Kingdom of Thailand

☞ EDICT OF GOVERNMENT ☜

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.

TIS 23-2521 (1978) (Thai): Ballast for fluorescent lamps

BLANK PAGE

BRUTUM FULMEN

IGNORANTIA JURIS NON EXCUSAT

PROTECTED BY COPYRIGHT

สารบาญ

		หน้า
1.	ขอบข่าย	1
2.	บทนิยาม	2
3.	สมรรถนะที่ต้องการ	7
3.1	ลักษณะทั่วไป	7
3.2	เครื่องหมาย	7
3.3	การป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญ	7
3.4	การป้องกันไฟฟ้าช็อก	8
3.5	ขั้วต่อสายภายนอก	8
3.6	สายนำของบัลลาสต์	9
3.7	การต่อลงดิน	9
3.8	แรงดันไฟฟ้าที่คะแปซิเตอร์	10
3.9	ความทนทานต่อความชื้น ความต้านทานการฉนวน และความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า	11
3.10	การรั่วของกระแสไฟฟ้า	12
3.11	คะแปซิเตอร์	13
3.12	ความทนทานต่อความร้อนของขดลวด	13
3.13	ขีดจำกัดความร้อนของบัลลาสต์	14
3.14	หมุดเกลียวและแป้นเกลียว	21
3.15	ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ	22
3.16	ความต้านทานต่อความร้อน	24
3.17	ความทนทานต่อการผุกร่อน	24

หน้า

3.18 แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอดหรือขั้วสตาร์เตอร์ขณะวงจรเปิด 24
3.19 การเผาไส้ 30
3.20 กำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์จ่ายให้แก่หลอด 30
3.21 เพาเวอร์แฟกเตอร์เบ็ดเสร็จ 31
3.22 กระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์รับจากตัวจ่าย 32
3.23 กระแสไฟฟ้าสูงสุดในสายใด ๆ ที่ต่อไปยังไส้หลอด 32
3.24 ลักษณะคลื่นของกระแสผ่านหลอด 34
3.25 แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วสตาร์เตอร์ที่ทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้า (ถ้ามี) 34
3.26 การป้องกันอิทธิพลจากสารแม่เหล็ก 36

4. การทำเครื่องหมาย 36

5. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน 38

6. การทดสอบ 40
6.1 ข้อกำหนดทั่วไป 40
6.2 ความคงทนของเครื่องหมาย 43
6.3 การป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญ 43
6.4 ความทนทานต่อความชื้น ความต้านทานการฉนวน และความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า 45
6.5 การรั่วของกระแสไฟฟ้า 47
6.6 คะแปซิเตอร์ 47
6.7 ความทนทานต่อความร้อนของขดลวด 50
6.8 ขีดจำกัดความร้อนของบัลลาสต์ 57

หน้า

6.9 หมุดเกลียวและเบ้าเกลียว 64
6.10 ความต้านทานต่อความร้อน 66
6.11 รอยแตกร้าวเนื่องจากการผุกร่อนของทองแดง 67

7. การวัด 67
7.1 ข้อกำหนดทั่วไป 67
7.2 แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอดหรือขั้วสตาร์ตเตอร์ขณะวงจรเปิด 67
7.3 การเผาไส้ 68
7.4 กำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์จ่ายให้แก่หลอด 68
7.5 เพาเวอร์แฟกเตอร์เบ็ดเสร็จ 72
7.6 กระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์รับจากตัวจ่าย 72
7.7 กระแสไฟฟ้าสูงสุดในสายใด ๆ ที่ต่อไปยังไส้หลอด 73
7.8 ลักษณะคลื่นของกระแสผ่านหลอด 74
7.9 การป้องกันอิทธิพลจากสารแม่เหล็ก 77

8. ผนวก
8.1 ผนวก ก. บัลลาสต์อ้างอิง 78
8.2 ผนวก ข. หลอดอ้างอิง 84
8.3 ผนวก ค. การทดสอบเฉพาะแบบ 89

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด สมรรถนะที่ต้องการ การทำเครื่องหมาย การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน การทดสอบและการวัดบัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ เพื่อการให้แสงสว่างทั่ว ๆ ไป

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเฉพาะบัลลาสต์ซึ่งใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่ 50 หรือ 60 เฮิร์ตซ์ สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีแบบ และคุณลักษณะดังที่ได้กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหลอดฟลูออเรสเซนต์ มาตรฐานเลขที่ มอก. 236 ส่วนอินเวอร์เตอร์บัลลาสต์ (inverter ballast) สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงนั้น ไม่อยู่ในขอบข่ายของมาตรฐานนี้

1.3 ข้อกำหนดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับบัลลาสต์ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีจุดประสงค์เพื่อแสดงสมรรถนะที่ต้องการ โดยไม่รวมถึงการติดตั้งใช้งาน ซึ่งต้องเป็นไปตามความต้องการทางเทคนิคของงานแต่ละประเภท

1.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กล่าวถึง ลักษณะสำคัญต่าง ๆ ในการทำและสมรรถนะของบัลลาสต์อ้างอิง เพื่อให้เป็นที่แน่ใจว่าเที่ยงตรงตามที่กำหนดสำหรับการทดสอบบัลลาสต์ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งก็คือ ในการคัดเลือกหลอดฟลูออเรสเซนต์อ้างอิง

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 บัลลาสต์ (ballast) หมายถึง เครื่องประกอบซึ่งอยู่ระหว่างตัวจ่าย (supply) กับหลอดชนิดปล่อยประจุ (discharge lamp) หลอดเดียวหรือหลายหลอด ด้วยการใช้ความเหนี่ยวนำ (inductance) ความจุไฟฟ้า (capacitance) หรือความต้านทาน (resistance) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันก็ได้ โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อควบคุมกระแสผ่านหลอด ให้มีค่าเป็นไปตามที่ต้องการ และอาจจะรวมวิธีการดังต่อไปนี้ด้วย คือ

(1) เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าของตัวจ่าย ให้พอที่จะจุดหลอดและเผาไส้ได้

(2) เพื่อป้องกันมิให้หลอดทำงานก่อนมีการเผาไส้ (cold starting)

(3) เพื่อลดผลทางสโตรโบสโคปิก (stroboscopic effect)

(4) เพื่อปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ (power factor) และ/หรือลดการรบกวนคลื่นวิทยุ

2.2 บัลลาสต์อ้างอิง (reference ballast) หมายถึง บัลลาสต์แบบพิเศษประเภทเหนี่ยวนำ (special inductive type) ออกแบบสำหรับใช้เป็นมาตรฐานเปรียบเทียบในการทดสอบบัลลาสต์และสำหรับคัดเลือกหลอดฟลูออเรสเซนต์อ้างอิงตามที่ได้กำหนดไว้ ในผนวก ก. คุณลักษณะที่สำคัญของบัลลาสต์อ้างอิงคือ รักษาเสถียรภาพของอัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะ

ไม่เกี่ยวเนื่องกับการแปรปรวนของกระแสไฟฟ้า อุณหภูมิและอิทธิพลจากสารแม่เหล็กที่อยู่โดยรอบดังที่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

2.3 หลอด หมายถึง หลอดฟลูออเรสเซนต์ (**fluorescent lamp**) ซึ่งเป็นหลอดแก้วรูปทรงกระบอก อาจเป็นหลอดตรง วงกลมหรือดัดโค้งเป็นรูปอื่น ๆ เปล่งแสงออกมาจากสารฟลูออเรสเซนต์ที่เคลือบอยู่บนผิวภายในของหลอด เนื่องจากถูกกระตุ้นโดยรังสีอุลตราไวโอเลต ที่เกิดจากกระบวนการปล่อยประจุผ่านไอปรอทความดันต่ำระหว่างไส้หลอดทั้งสองไส้

2.4 หลอดอ้างอิง (**reference lamp**) หมายถึง หลอดที่ได้คัดเลือกไว้สำหรับการทดสอบบัลลาสต์ตามที่ได้กำหนดใน ผนวก ข.

2.5 สตาร์เตอร์ (**starter**) หมายถึง สวิตช์ที่ใช้เพื่อช่วยในการเผาไส้หลอดในเวลาอันสั้นเพื่อที่จะทำให้เกิดการจุดหลอดขึ้น

2.6 กระแสสอบเทียบ (**calibration current**) หมายถึง ค่ากระแสไฟฟ้าซึ่งใช้เป็นหลักในการสอบเทียบบัลลาสต์อ้างอิง ซึ่งตามปกติมีค่าใกล้เคียงกับกระแสผ่านหลอดที่ใช้กับบัลลาสต์อ้างอิง

2.7 กระแสไฟฟ้าของตัวจ่าย (**supply current**) หมายถึง กระแส-ไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจรหลอดและบัลลาสต์

2.8 การทดสอบเฉพาะแบบ (**type test**) หมายถึง การทดสอบคุณภาพทั่ว ๆ ไป ของบัลลาสต์และ/หรือคะแปซิเตอร์ เพื่อพิสูจน์ว่าเป็นไปตามข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพนี้หรือไม่

2.9 การทดสอบประจำของโรงงาน (**routine test**) หมายถึง การทดสอบบัลลาสต์ และ/หรือคะแปซิเตอร์ทุก ๆ ตัวอย่างเพื่อตรวจค่าซึ่งอาจจะเปลี่ยนแปลงได้ในระหว่างการทำ

2.10 การเผาไส้แบบขนาน (**parallel pre-heating**) หมายถึง การให้ความร้อน* หรือการเผาไส้โดยการต่อขดลวดแรงต่ำ (**low tension winding**) ของบัลลาสต์เข้ากับไส้หลอดโดยตรง

หมายเหตุ * ระบบการให้ความร้อนแบบนี้ ในทางปฏิบัติใช้กับหลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์เท่านั้น

2.11 การเผาไส้แบบอนุกรม (**series pre-heating**) หมายถึง การให้ความร้อนหรือการเผาไส้ โดยการต่อไส้หลอดอย่างอนุกรมกับบัลลาสต์และสตาร์เตอร์ ก่อนที่หลอดจะเริ่มให้แสงสว่าง

2.12 เครื่องแปลงไฟฟ้าเมน (**main transformer**) หมายถึง เครื่องเพิ่มหรือลดแรงดันไฟฟ้า ที่ไม่กระทบกระเทือนต่อการเหนี่ยวนำของบัลลาสต์

2.13 เครื่องแปลงไฟฟ้าเพื่อให้ความร้อนที่ไส้หลอด (**cathode heating transformer**) หมายถึง เครื่องแปลงไฟฟ้า ที่ใช้เผาไส้หลอด ซึ่งอาจรวมอยู่ในบัลลาสต์ชนิดไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์

2.14 โช้ก (**choke**) หมายถึง ตัวเหนี่ยวนำ (**inductor**) ที่ใช้เป็นบัลลาสต์ หรือส่วนของบัลลาสต์ที่ต่ออนุกรมกับหลอด

2.15 พรายแสง (**swirling**) หมายถึง ลำแสงที่เคลื่อนที่ในหลอดเป็นห้วง ๆ

2.16 เพาเวอร์แฟกเตอร์เบ็ดเสร็จ (**over-all power factor**) หมายถึง เพาเวอร์แฟกเตอร์รวมของบัลลาสต์และหลอด

2.17 แรงดันไฟฟ้าใช้งาน (working voltage) หมายถึง แรงดันไฟ-ฟ้าค่ารูตมีนสแควร์ค่าสูงสุด ระหว่างส่วนที่มีศักดาไฟฟ้าต่างกัน หรือของวงจรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจเกิดขึ้นขณะวงจรเปิด หรือขณะหลอดทำงานตามปกติแต่ไม่รวมขณะทรานเสียนต์ (transient)

2.18 แรงดันไฟฟ้าของตัวจ่าย (supply voltage) หมายถึง แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจรหลอดและบัลลาสต์

2.19 แรงดันไฟฟ้าค่าพีก (peak voltage) หมายถึง ค่าสูงที่สุดของรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับในช่วงครึ่งวัฏจักร (half cycle)

2.20 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด (rated voltage) หมายถึง แรงดันไฟฟ้าซึ่งแสดงไว้ที่บัลลาสต์ตามการออกแบบของบัลลาสต์

2.21 ส่วนประกอบ (auxiliaries) หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมหรือจุดหลอดรวมถึงคะแปซิเตอร์ที่ใช้ในวงจรหลอด แต่ไม่รวมสวิตช์เมนและ/หรือฟิวส์

2.22 สัปเปรสเซอร์คะแปซิเตอร์ (suppressor capacitor) หมายถึง คะแปซิเตอร์ที่ใช้ช่วยลดการรบกวนคลื่นวิทยุ

2.23 ภาวะปกติ (normal condition) หมายถึง ภาวะที่บัลลาสต์และหลอดฟลูออเรสเซนต์ทำงานได้ตามที่มุ่งหวัง

2.24 ภาวะผิดปกติ (abnormal condition) หมายถึง ภาวะขณะทำงานข้อใดข้อหนึ่งหรือหลายข้อ ดังนี้

(1) มิได้ต่อหลอด หรือต่อหลอดไม่ครบทุกหลอด

(2) ไส้ของหลอดข้างใดข้างหนึ่งขาด หรือเสื่อมคุณภาพ

(3) วงจรเผาไส้ทำงานตามปกติ แต่หลอดไม่ติดสว่างอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากหลอดเสื่อมคุณภาพ

(4) เกิดการลัดวงจรที่สตาร์เตอร์ตัวใดตัวหนึ่ง

(5) หลอดติดสว่าง แต่มีผลของการแปลงกระแสสลับเป็นกระแสตรง

2.25 ผลของการแปลงกระแสสลับเป็นกระแสตรง (**rectifying effect**) หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นเมื่อกระแสอาร์ก (**arc current**) ในครึ่งวัฏจักรที่ต่อเนื่องกันของรูปคลื่นกระแสไฟฟ้ามีปริมาณไม่เท่ากัน เนื่องจากไส้หลอดข้างใดข้างหนึ่งขาด หรือเสื่อมประสิทธิภาพในการคายอีเล็กตรอน ผลนี้อาจเกิดขึ้นแก่หลอดเมื่อจะหมดอายุการใช้งาน

2.26 อุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของคะแปซิเตอร์ (**rated maximum operating temperature of a capacitor**) สัญลักษณ์ t_c หมายถึง อุณหภูมิสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้น ณ ที่ใด ๆ ตามผิวนอกของคะแปซิเตอร์

2.27 อุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด (**rated maximum operating temperature of a ballast winding**) สัญลักษณ์ t_w หมายถึง อุณหภูมิสูงสุดของขดลวดของบัลลาสต์ที่มุ่งหวังให้บัลลาสต์ใช้งานที่อุณหภูมินี้ได้ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 10 ปี

2.28 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดของขดลวด (**rated temperature rise of a ballast winding**) สัญลักษณ์ Δt หมายถึง อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขดลวดของบัลลาสต์

2.29 ส่วนที่มีไฟฟ้า (live part) หมายถึง ส่วนที่ต่อโดยตรงกับวงจรไฟฟ้าของตัวจ่าย หรือวงจรที่มีศักดาไฟฟ้าต่างจากศักดาไฟฟ้าของดิน

3. สมรรถนะที่ต้องการ

3.1 บัลลาสต์จะต้องออกแบบและสร้างให้ใช้ได้ โดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้หรือสิ่งแวดล้อมขณะใช้งานตามปกติ ส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านต้องเป็นทองเหลือง ทองแดง หรือโลหะอื่นที่เหมาะสมกับการใช้งาน และต้องเป็นไปตามข้อกำหนดที่กล่าวไว้ตั้งแต่ข้อ 3.2 ถึง 3.26

3.2 เครื่องหมาย

เครื่องหมายบนบัลลาสต์ตามข้อ 4. ต้องคงทนและเห็นได้ชัดเจน

การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.2

3.3 การป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญ

3.3.1 บัลลาสต์ ต้องไม่มีช่องเปิดเกินกว่าจำเป็น และต้องประดิษฐ์เพื่อป้องกันการสัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้าโดยบังเอิญ

การเคลือบด้วยแลกเกอร์หรือสีเคลือบ ไม่ถือว่าเป็นการป้องกันหรือเป็นการฉนวน ที่เพียงพอ

3.3.2 ส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญ ต้องมีความแข็งแรงทางกลเพียงพอไม่หลุดหลวมได้ง่ายในขณะใช้งานตามปกติ และถอดไม่ออกถ้าไม่ใช้เครื่องมือ

การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.3

3.4 การป้องกันไฟฟ้าช็อก (electric shock)

บัลลาสต์ที่มีคะแปซิเตอร์ซึ่งมีค่าความจุเกิน 0.5 ไมโครฟารัด ต้องมีเครื่องปล่อยประจุที่เหมาะสม คือ เมื่อตัดตัวจ่ายที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดออกจากบัลลาสต์แล้ว เป็นเวลา 1 นาที ต้องมีแรงดันไฟฟ้าที่คะแปซิเตอร์เหลืออยู่ไม่เกิน 50 โวลต์

3.5 ขั้วต่อสายภายนอก

ถ้ามีขั้วต่อสายต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

3.5.1 ขั้วต่อสายต้องเหมาะกับสายไฟฟ้าซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด
0.5 ถึง 2.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับสายที่จ่ายเข้า
0.5 ถึง 1.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับสายภายนอกอื่น ๆ

3.5.2 ขั้วต่อสายแบบหมุดเกลียวต่อสายต้องตรึงแน่น ไม่หลวมเมื่อขันหรือคลายหมุดเกลียว เพื่อต่อหรือถอดสายไฟฟ้า จนเป็นเหตุให้สายภายในบัลลาสต์ชำรุด หรือเป็นเหตุให้ระยะห่างในอากาศต่ำกว่าที่กำหนดในข้อ 3.15

3.5.3 ขั้วต่อสายแบบหมุดเกลียวต่อสาย ต้องออกแบบให้ยึดตัวนำไว้ระหว่างผิวของโลหะ 2 แผ่น โดยมีแรงกดเพียงพอที่เมื่อขันหมุดเกลียวแน่นแล้ว ตัวนำจะไม่หลุดออกไป หรือเกิดความเสียหายเป็นรอยตัดอย่างลึกหรือรอยฉีก

3.5.4 ขั้วต่อสายแบบหมุดเกลียวต่อสาย ต้องไม่เกิดการสัมผัสโดยบังเอิญระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าซึ่งมีขั้วต่างกัน หรือระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าดังกล่าวกับโลหะอื่น ๆ เมื่อต่อสายไฟฟ้าอย่างถูกวิธีแล้ว

3.5.5 ขั้วต่อสายแบบหมุดเกลียวต่อสาย ต้องทำให้ต่อสายไฟฟ้าได้ง่ายและสะดวก ถ้ามีสิ่งปิดหุ้มจะต้องเป็นแบบที่ไม่ทำให้สายไฟฟ้าเสียหาย

การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.9 (3)

3.6 สายนำของบัลลาสต์

ข้อกำหนดนี้ใช้กับบัลลาสต์ที่มีสายนำเท่านั้น

3.6.1 สายนำต้องเป็นตัวนำทองแดงตีเกลียวที่เหมาะสม มีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร และมีความยาวไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร

3.6.2 สายนำต้องมีขนาดแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของบัลลาสต์ และเหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง

3.6.3 ฉนวนไฟฟ้าของสายนำต้องทนต่ออุณหภูมิไม่น้อยกว่า 75 องศาเซลเซียส และความหนาไม่น้อยกว่า 0.79 มิลลิเมตร

3.6.4 ตรงส่วนที่สายนำร้อยผ่านกล่อง ต้องมีปลอกหุ้มสายเพื่อป้องกันมิให้ฉนวนไฟฟ้าของสายนำชำรุด

3.6.5 ภายในบัลลาสต์ต้องมีสิ่งจับยึดสายนำ เพื่อป้องกันแรงดึงจากสายนำมิให้ส่งไปถึงสายหรือหัวต่อสายภายในบัลลาสต์

3.7 การต่อลงดิน

ถ้ามีขั้วต่อสายดิน ต้องเป็นชนิดที่เมื่อขันหมุดเกลียวแล้ว ตัวนำต้องไม่หลวมในขณะใช้งาน ตามปกติขั้วต่อสายดินต้องอยู่ใกล้กับขั้วต่อสายไฟฟ้า และต้องแสดงสัญลักษณ์ ⏚ อย่างชัดเจนห้าม

ทำเครื่องหมายนี้ไว้บนหมุดเกลียว แหวนรอง หรือชิ้นส่วนที่ถอดได้ง่าย

หมุดเกลียวหรือส่วนของขั้วต่อสายดิน ต้องทำด้วยทองเหลืองหรือโลหะที่ไม่เป็นสนิม มีผิวสัมผัสเป็นโลหะเกลี้ยง และไม่คลายออกเองและถอดไม่ออกถ้าไม่ใช้เครื่องมือ

3.8 แรงดันไฟฟ้าที่คะแปซิเตอร์

ข้อกำหนดนี้ใช้เฉพาะคะแปซิเตอร์ ซึ่งรวมอยู่ในบัลลาสต์ที่มีค่าความจุเกิน 0.1 ไมโครฟารัด เมื่อใช้ความถี่ที่กำหนด แรงดันไฟฟ้าที่คะแปซิเตอร์ซึ่งต่อกับบัลลาสต์ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

3.8.1 ในภาวะปกติ

แรงดันไฟฟ้าที่คะแปซิเตอร์ต้องไม่เกินแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของคะแปซิเตอร์ เมื่อทดสอบบัลลาสต์ด้วยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

3.8.2 ในภาวะผิดปกติ

แรงดันไฟฟ้าที่คะแปซิเตอร์ต้องไม่เกินแรงดันไฟฟ้าทดสอบของคะแปซิเตอร์ เมื่อทดสอบบัลลาสต์ด้วยแรงดันไฟฟ้าร้อยละ 110 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ในกรณีที่มิได้แจ้งแรงดันไฟฟ้าทดสอบ ให้ถือว่ามีแรงดันไฟฟ้าทดสอบเท่ากับ 1.3 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของคะแปซิเตอร์

3.9 ความทนทานต่อความชื้น ความต้านทานการฉนวน และความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า

3.9.1 บัลลาสต์ต้องมีความทนทานต่อความชื้น ต้องไม่ดูดความชื้นจนเกิดความเสียหายที่ต้องคำนึงถึง การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.4.1

3.9.2 บัลลาสต์ต้องมีความต้านทานการฉนวนระหว่างขั้วต่อสาย และระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้ากับส่วนที่อยู่ภายนอก รวมทั้งหมุดเกลียวที่ใช้ยึด ไม่น้อยกว่า 2 เมกาโอห์ม การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.4.2

3.9.3 บัลลาสต์ต้องมีความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า เมื่อใช้แรงดันไฟฟ้าทดสอบที่กำหนดในตารางที่ 1 จ่ายเข้าระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าที่มีขั้วต่างกันซึ่งสามารถแยกออกจากกันได้ และระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้ากับส่วนที่อยู่ภายนอก รวมทั้งแผ่นโลหะบางที่ใช้หุ้มเปลือกนอกที่เป็นฉนวนไฟฟ้าเป็นเวลา 1 นาที แล้วต้องไม่เกิดการวาบไฟตามผิว (flashover) หรือเสียสภาพฉับพลัน (breakdown) การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.4.3

ตารางที่ 1
แรงดันไฟฟ้าทดสอบความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า
(ข้อ 3.9.3 ข้อ 3.13.4 (2), ข้อ 6.4.3, ข้อ 6.4.4, ข้อ 6.6.2.2 และข้อ 6.6.3.2)

แรงดันไฟฟ้าใช้งาน โวลต์	แรงดันไฟฟ้าทดสอบ โวลต์
ไม่เกิน 42	500
เกิน 42 แต่ไม่เกิน 1 000	2 เท่าของแรงดันไฟฟ้าใช้งาน + 1 000

ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าใช้งาน ให้คิดแรงดันไฟฟ้าทดสอบจากแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

3.9.4 ถ้ามีคะ แปซิเตอร์ ต่ออยู่ ระหว่าง ส่วนที่มี ไฟฟ้ากับ เปลือกนอกของบัลลาสต์ที่เป็นโลหะ ไม่ต้องทดสอบความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้าตามข้อ 6.4.3 แต่การรั่วของกระแสไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อ 3.10

3.9.5 บัลลาสต์ต้องมีการฉนวนระหว่างรอบ (inter turn insulation) พอเพียงและไม่เกิดการลัดวงจร การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.4.4

3.10 การรั่วของกระแสไฟฟ้า

เมื่อต่อบัลลาสต์กับตัวจ่ายที่มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ตามความถี่ที่กำหนด เมื่อใส่หลอดและไม่ใส่หลอด กระแสไฟฟ้ารั่วต้องมีค่าไม่เกิน 0.5 มิลลิอัมแปร์ การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.5

3.11 คะแปซิเตอร์

ข้อกำหนดนี้ใช้เฉพาะคะแปซิเตอร์ที่มีค่าความจุเกิน 0.1 ไมโครฟารัดรวมอยู่ในบัลลาสต์หรือแยกเป็นหน่วยหนึ่งต่างหาก

3.11.1 ความทนทานต่อความร้อน

สารที่บรรจุอยู่ภายในคะแปซิเตอร์ต้องไม่รั่วหรือซึมออกมา และต้องไม่เกิดการวาบไฟตามผิว หรือเสียสภาพฉับพลัน การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.6.1

3.11.2 ความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า

ต้องไม่เกิดการวาบไฟตามผิวหรือเสียสภาพฉับพลัน การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.6.2

3.11.3 ความทนทานต่อความชื้น

ต้องไม่เกิดการวาบไฟตามผิวหรือเสียสภาพฉับพลัน การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.6.3

3.12 ความทนทานต่อความร้อนของขดลวด

ขดลวดต้องทนต่อการทดสอบความทนทานต่อความร้อนของขดลวดได้ การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.7

บัลลาสต์ที่ไม่มีสัญลักษณ์ t_w ให้ทดสอบโดยถือว่า t_w เท่ากับ 90 องศาเซลเซียส

ภายหลังการทดสอบตามข้อ 6.7 แล้ว ปล่อยให้บัลลาสต์เย็นลงเองจนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง บัลลาสต์ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

(1) บัลลาสต์สามารถจุดหลอด และทำให้หลอดติดสว่างอย่างสมบูรณ์ได้

(2) การสูญเสียกำลังไฟฟ้าของบัลลาสต์ ต้องไม่เปลี่ยนแปลงเกินร้อยละ 10 ของค่าที่วัดได้ก่อนทดสอบ

(3) ความต้านทานการฉนวนระหว่างขดลวดกับเปลือกนอก ต้องไม่น้อยกว่า 1 เมกาโอห์ม โดยวัดด้วยเครื่องวัดความต้านทานการฉนวนที่ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 500 โวลต์

(4) บัลลาสต์ต้องทนต่อการทดสอบความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้าตามวิธีดังกล่าวในข้อ 6.4.3 ได้ โดยใช้แรงดันไฟฟ้าทดสอบเป็น 2 เท่าของแรงดันไฟฟ้าใช้งาน

3.13 ขีดจำกัดความร้อนของบัลลาสต์

ในการทดสอบขีดจำกัดความร้อนของบัลลาสต์ ต้องไม่ปรากฏว่าสารหยอดผนึก หรือสารเคลือบที่เป็นฉนวนหลุดออกจากที่เดิม ถ้ามีส่วนที่เยิ้มแต่ไม่หลุดออกจากที่เดิม ให้ถือว่ามีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.13.1 บัลลาสต์ที่ไม่มีสัญลักษณ์ t_w

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต้องไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 ทั้งภาวะปกติและภาวะผิดปกติ การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.8.1

3.13.2 บัลลาสต์ที่มีสัญลักษณ์ t_w หรือบัลลาสต์ที่มีสัญลักษณ์ t_w และ $\triangle t$

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 2 ทั้งภาวะปกติและภาวะผิดปกติ การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.8.2

3.13.3 ในกรณีที่มีการใช้วัสดุหรือวิธีการทำอื่นใดนอกเหนือไปจากที่ระบุไว้ในตารางที่ 2 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต้องไม่เกินอุณหภูมิสูงสุดที่เป็นไปได้ของวัสดุนั้น ๆ

3.13.4 หลังจากทดสอบขีดจำกัดความร้อนของบัลลาสต์ตามข้อ 6.8 และเมื่อบัลลาสต์เย็นลงแล้ว บัลลาสต์ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

(1) เครื่องหมายต้องยังคงติดแน่น และเห็นได้ชัดเจน

(2) บัลลาสต์ ต้องมีความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า ตามข้อกำหนดดังกล่าวในข้อ 3.9.3 ทั้งนี้ โดยใช้แรงดันไฟฟ้าทดสอบเป็นร้อยละ 75 ของที่กำหนดในตารางที่ 1 แต่ต้องไม่น้อยกว่า 500 โวลต์

(3) การสูญเสียกำลังไฟฟ้าของบัลลาสต์ในภาวะปกติ จะต้องไม่เปลี่ยนแปลงเกินร้อยละ 10 ของค่าที่วัดได้ก่อนการทดสอบ

ตารางที่ 2 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (1)
(ข้อ 3.13)

ส่วนต่าง ๆ	ภาวะปกติ		ภาวะผิดปกติ
	ที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด องศาเซลเซียส	ที่ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด องศาเซลเซียส	ที่ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด องศาเซลเซียส
ก. บัลลาสต์ที่ไม่มีสัญลักษณ์ t_w			
ขดลวดที่เคลือบหรืออาบน้ำยาฉนวน :			
– มีกระดาษหรือสิ่งอื่นที่คล้ายกันกั้นระหว่างชั้นของขดลวด		70	135
– ไม่มีกระดาษหรือสิ่งอื่นที่คล้ายกันกั้นระหว่างชั้นของขดลวด		60	135

ส่วนต่าง ๆ	ภาวะปกติ		ภาวะผิดปกติ
	ที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด องศาเซลเซียส	ที่ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด องศาเซลเซียส	ที่ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด องศาเซลเซียส
ข. บัลลาสต์ที่มีสัญลักษณ์ t_w ขดลวดที่เคลือบหรืออาบน้ำยาฉนวน			
– สำหรับ t_w 90 องศาเซลเซียส			135
95			1/2
100			150
105	55		158
110			165
115			173
120			181
125			188
130			195

ส่วนต่าง ๆ	ภาวะปกติ		ภาวะผิดปกติ
	ที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด องศาเซลเซียส	ที่ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้ากำหนด องศาเซลเซียส	ที่ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด องศาเซลเซียส
ค. <u>บัลลาสต์ที่มีสัญลักษณ์ t_w และ Δt</u>			
ขดลวดที่เคลือบหรืออาบน้ำยาฉนวน :			
– สำหรับ t_w 90 องศาเซลเซียส	Δt		135
95			142
100			150
105			158
110			165
115			173
120			181
125			188
130			195

ส่วนต่าง ๆ	ภาวะปกติ		ภาวะผิดปกติ
	ที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด องศาเซลเซียส	ที่1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้ากำหนด องศาเซลเซียส	ที่1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด องศาเซลเซียส
ง. บัลลาสต์ในข้อ ก หรือข้อ ข หรือข้อ ค ทุกชนิด			
เปลือกนอกของคะแปซิเตอร์		t_c–35	1.15 t_c –35 หรือ t_c–25 (2)
กล่องทดสอบบัลลาสต์ (วัดภายนอก)		60	100
ส่วนอื่น ๆ ที่ทำด้วย			
–ฟีโนลิกเรซินชนิดผสมผงไม้ (wood-filled phenolic moulding)		85	
–ฟีโนลิกเรซินชนิดผสมผงแร่ (mineral-filled phenolic moulding)		120	

ส่วนต่าง ๆ	ภาวะปกติ		ภาวะผิดปกติ
	ที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด องศาเซลเซียส	ที่ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้ากำหนด องศาเซลเซียส	ที่ 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด องศาเซลเซียส
– ยูเรียเรซิน (**urea moulding**)		65	
– เมลามีนเรซิน (**melamine moulding**)		75	
– กระดาษอัดเรซิน (**laminated resin-bonded paper**)		85	
– ยาง (**rubber**)		45	
– วัสดุประเภท เทอร์โมปลาสติก (**thermoplastic material**)		(3)	

หมายเหตุ (1) ค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต่าง ๆ ที่กำหนดในตารางที่ 2 ใช้อุณหภูมิโดยรอบ 30 ± 2 องศาเซลเซียส

(2) แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า

(3) ให้วัดอุณหภูมิที่เพิ่มของวัสดุประเภทเทอร์โมปลาสติก ซึ่งเป็นตัวป้องกันการสัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้า หรือสำหรับยึดส่วนดังกล่าว แต่ไม่รวมถึงส่วนที่เป็นการฉนวนของขดลวด ค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่วัดได้นี้จะนำไปใช้ในภาวะทดสอบตามข้อ 6.10

3.14 หมุดเกลียว และแป้นเกลียว

3.14.1 ส่วนต่อต่าง ๆ ของบัลลาสต์ซึ่งใช้หมุดเกลียวยึด ต้องมีความแข็งแรงพอเพียงกับการใช้งานตามปกติ

3.14.2 หมุดเกลียวที่ทำให้เกิดแรงกดของการสัมผัส และหมุดเกลียวที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ที่ใช้สำหรับการติดตั้งหรือต่อบัลลาสต์ด้วยหมุดเกลียวซึ่งต้องขันเข้ากับโลหะ ต้องอยู่ในสภาพดีสำหรับการใช้ครั้งต่อ ๆ ไป การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.9

3.14.3 หมุดเกลียวที่ขันเข้ากับวัสดุฉนวน ต้องมีความยาวของระยะเกลียวประสิทธิผล ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตรบวกด้วยหนึ่งในสามของเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระบุของหมุดเกลียว แต่ไม่จำเป็นต้องเกิน 8 มิลลิเมตร การใส่หมุดเกลียวเข้ากับรูเกลียวหรือแป้นเกลียวต้องทำได้โดยง่าย

ให้ตรวจสอบโดยการตรวจด้วยตา โดยการวัด และโดยการขันหมุดเกลียวด้วยมือ

3.14.4 ส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ห้ามต่อด้วย เซลฟ์ แทปปิ้งสกรู (self tapping screw)

ให้ตรวจสอบโดยการตรวจด้วยสายตา

3.14.5 หมุดเกลียวและหมุดย้ำที่ใช้ต่อทั้งทางไฟฟ้า และทางกล ต้องยึดแน่นเพื่อป้องกันการคลายตัวและการหลวม อาจใช้แหวนสปริงเพื่อป้องกันการคลายของหมุดเกลียว ส่วนหมุดย้ำ อาจใช้หมุดย้ำที่มีตัวไม่กลมหรือทำร่องบ่า (notch) เพื่อป้องกันการหลวม ส่วนหมุดเกลียวที่ไม่ได้รับแรงบิดขณะใช้งาน

ตามปกติ อาจหยอดด้วยสารหยอดผนึกซึ่งอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อนเพื่อป้องกันการคลายตัวของหมุดเกลียว

ให้ตรวจสอบโดยการตรวจด้วยตาและ/หรือ ทดสอบด้วยมือ

3.14.6 ส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ยกเว้นหมุดเกลียวของขั้วต่อสาย ต้องทำด้วยทองแดง ถ้าเป็นโลหะผสมต้องมีทองแดงอย่างน้อยร้อยละ 50 หากเป็นโลหะอื่น ต้องมีความทนทานต่อการผุกร่อน และมีคุณสมบัติทางกลไม่น้อยกว่าทองแดง

ให้ตรวจสอบโดยการตรวจด้วยตาและ/หรือการวิเคราะห์ทางเคมี

3.15 ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ

ระยะห่างของส่วนที่มีไฟฟ้าภายในบัลลาสต์ ต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด ในตารางที่ 3 เมื่อวัดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม

ค่าที่กำหนดในวงเล็บ ใช้กับกรณีที่มีการป้องกันฝุ่นละอองเป็นอย่างดี

บัลลาสต์ที่ปิดมิดชิด (hermatically sealed) หรือที่ใช้สารเคมีหยอดแน่นไม่ต้องพิจารณาตามข้อกำหนดนี้

ระยะห่างตามผิวฉนวนของร่องใด ๆ ซึ่งมีความกว้างน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ให้ถือความกว้างของร่องเป็นระยะห่างตามผิวฉนวนโดยไม่ต้องคำนึงถึงความลึกของร่องนั้น ช่องใดที่มีระยะห่างในอากาศน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ไม่ต้องนำมาใช้ในการหาผลรวมของระยะห่างในอากาศ ถ้าระยะห่างตามผิวฉนวนหรือระยะห่างในอากาศระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้ากับเปลือกนอกที่เป็นโลหะมีระยะน้อยกว่าที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 3 ให้บุด้านในของเปลือกนอกที่เป็นโลหะนั้นด้วยฉนวน

ตารางที่ ๓
ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ
(ข้อ 3.15)

ส่วนต่าง ๆ	ระยะห่าง มิลลิเมตร		
	แรงดันไฟฟ้าใช้งานไม่เกิน 24 โวลต์	แรงดันไฟฟ้าใช้งานเกิน 24 โวลต์ แต่ไม่เกิน 250 โวลต์	แรงดันไฟฟ้าใช้งานเกิน 250 โวลต์ แต่ไม่เกิน 500 โวลต์
ระยะห่างตามผิวฉนวน			
1. ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าที่มีศักดาต่างกัน	2	3(2)	5
2. ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้ากับส่วนที่เป็นโลหะซึ่งติดกับตัวบัลลาสต์อย่างถาวร รวมทั้งหมุดเกลียวหรือเครื่องยึดสิ่งปิดหุ้มหรือยึดส่วนที่ใช้รองรับ	2	4(2)	6
ระยะห่างในอากาศ			
3. ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าที่มีศักดาต่างกัน	2	3(2)	5
4. ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้ากับส่วนที่เป็นโลหะซึ่งติดกับตัวบัลลาสต์อย่างถาวร รวมทั้งหมุดเกลียวหรือเครื่องยึดสิ่งปิดหุ้มหรือส่วนที่ใช้รองรับ	2	4(2)	6
5. ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้ากับผิวของสิ่งรองรับที่มีลักษณะแบน หรือสิ่งปิดหุ้มที่เป็นโลหะซึ่งถอดได้	2	6	10

3.16 ความต้านทานต่อความร้อน

เปลือกนอกและส่วนอื่น ๆ ภายนอกของบัลลาสต์ที่เป็นวัสดุฉนวน ซึ่งเป็นเครื่องป้องกันไฟฟ้าช็อตและวัสดุฉนวนส่วนอื่น ๆ ที่ใช้ยึดส่วนที่มีไฟฟ้า ต้องมีความต้านทานต่อความร้อนอย่างพอเพียง เส้นผ่านศูนย์กลางของผิวที่ถูกกดจากการทดสอบต้องไม่เกิน 2 มิลลิเมตร

การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.10

3.17 ความทนทานต่อการผุกร่อน

3.17.1 ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กและผิวภายนอกของแกนเหล็ก ต้องมีการป้องกันการผุกร่อนอย่างพอเพียง ผิวภายนอกของแกนเหล็กอาจใช้น้ำมันวาร์นิชทาป้องกันก็ได้

ให้ตรวจสอบโดยการตรวจด้วยตา

3.17.2 ชิ้นส่วนสัมผัสทางไฟฟ้า และชิ้นส่วนอื่น ๆ ที่ทำด้วยทองแดงหรือทองแดงผสม ต้องไม่เกิดรอยแตกรานเนื่องจากการผุกร่อน

การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 6.11

3.18 แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอดหรือขั้วสตาร์เตอร์ขณะวงจรเปิด

บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดเดี่ยวหรือหลายหลอดโดยต่อวงจรขนาน และขณะเมื่ออยู่ในภาวะสุดโต่ง (**the most adverse load condition**) ต้องให้แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วขณะวงจรเปิดสำหรับแต่ละหลอด เป็นดังนี้

3.18.1 หลอดที่ต้องใช้สตาร์เตอร์

บัลลาสต์ที่ใช้แรงดันไฟฟ้าค่าใด ๆ จากตัวจ่ายระหว่างร้อยละ 90 ถึงร้อยละ 110 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ตามความถี่ที่กำหนด ต้องให้แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วขณะวงจรเปิดดังนี้

(1) แรงดันไฟฟ้าต่ำสุดระหว่างขั้วสตาร์เตอร์ (ค่ารูตมีนสแควร์) ต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในสดมภ์ที่ 3 ตารางที่ 4

(2) แรงดันไฟฟ้าสูงสุดระหว่างขั้วหลอด (ค่าพีก) โดยไม่รวมเซอร์จ (surge) ของสตาร์เตอร์ ต้องมีค่าไม่เกินค่าที่กำหนดในสดมภ์ที่ 4 ตารางที่ 4

การวัดให้เป็นไปตามข้อ 7.2.1

ตารางที่ 4
แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอด หรือขั้วสตาร์เตอร์ขณะวงจรเปิดสำหรับหลอดที่ต้องใช้สตาร์เตอร์
(ข้อ 3.18.1 และข้อ 7.2.1)

กำลังไฟฟ้าที่กำหนดของหลอด วัตต์	มิติที่ระบุของหลอด (ความยาว × เส้นผ่านศูนย์กลาง) มิลลิเมตร	แรงดันไฟฟ้าต่ำสุดระหว่างขั้วสตาร์เตอร์ขณะวงจรเปิด (ค่ารูตมีนสแควร์) โวลต์	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดระหว่างขั้วหลอดขณะวงจรเปิด (ค่าพีก) โวลต์
13	525 × 15	180	400
20	600 × 38	95	400
30 (**T8**)	900 × 25	180	400
32	หลอดวงกลม	180	400
40	1 200 × 38	180	400
65	1 500 × 38	180	400
80	1 500 × 38	180	400
85	1 800 × 38	216	400
90	1 500 × 54	132	270
125	2 400 × 38	–	–

3.18.2 หลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์

บัลลาสต์ที่ใช้แรงดันไฟฟ้าค่าใด ๆ จากตัวจ่ายระหว่างร้อยละ 90 ถึงร้อยละ 110 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ตามความถี่ที่กำหนด ต้องให้แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอดขณะวงจรเปิดดังนี้

(1) แรงดันไฟฟ้าต่ำสุด (ค่ารูตมีนสแควร์) ต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในสดมภ์ที่ 3 ตารางที่ 5 หรือสดมภ์ที่ 3 ตารางที่ 6

(2) แรงดันไฟฟ้าสูงสุด (ค่าพีก) ต้องไม่เกินที่กำหนดในสดมภ์ที่ 4 ตารางที่ 5 หรือสดมภ์ที่ 4 ตารางที่ 6

การวัดให้เป็นไปตามข้อ 7.2.2

ตารางที่ 5
แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอดขณะวงจรเปิด
สำหรับหลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์ชนิดไส้หลอดมีความต้านทานต่ำ
(ข้อ 3.18.2 และข้อ 7.2.2)

กำลังไฟฟ้าที่กำหนดของหลอด วัตต์	ขนาดที่ระบุของหลอด (ความยาว × เส้นผ่านศูนย์กลาง) มิลลิเมตร	แรงดันไฟฟ้าต่ำสุดระหว่างขั้วหลอดขณะวงจรเปิด (ค่ารูตมีนสแควร์) โวลต์	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดระหว่างขั้วหลอดขณะวงจรเปิด (ค่าพีก) โวลต์
20	600 × 38	180	345
40	1 200 × 38	205	420
65	1 500 × 38	220	475
85	2 400 × 38	–	–
215 (T12)	2 400 × 38	400	800
215 (PG–17)	2 400 × 54	400	800

ตารางที่ 6

แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอดขณะวงจรเปิด
สำหรับหลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์ชนิดไส้หลอดมีความต้านทานสูง

(ข้อ 3.18.2 และข้อ 7.2.2)

กำลังไฟฟ้าที่กำหนดของหลอด วัตต์	มิติที่ระบุของหลอด (ความยาว × เส้นผ่านศูนย์กลาง) มิลลิเมตร	แรงดันไฟฟ้าต่ำสุดระหว่างขั้วหลอดขณะวงจรเปิด (ค่ารูตมีนสแควร์) โวลต์	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดระหว่างขั้วหลอดขณะวงจรเปิด (ค่าพีก) โวลต์
20	600 × 38	180	345
40	1 200 × 38	205	420
80	1 500 × 38	220	475
85	1 800 × 38	270	560
125	2 400 × 38	315	630

3.19 การเผาไส้

3.19.1 หลอดที่ต้องใช้สตาร์เตอร์

บัลลาสต์ที่ใช้แรงดันไฟฟ้าค่าใด ๆ จากตัวจ่ายระหว่างร้อยละ 90 ถึงร้อยละ 110 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ตามความถี่ที่กำหนด ต้องมีอัตราส่วนของกระแสไฟฟ้าเผาไส้ต่อกระแสไฟฟ้าผ่านหลอดที่ระบุระหว่าง 0.9 ถึง 2.1 การวัดให้เป็นไปตามข้อ 7.3.1

3.19.2 หลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์

บัลลาสต์ต้องสามารถให้แรงดันไฟฟ้าแก่ความต้านทานสมมูลที่กำหนดในสดมภ์ที่ 2 ตารางที่ 11 ก และ 11 ข อย่างน้อย 3.05 โวลต์ ในกรณีของหลอดไฟฟ้าชนิดไส้หลอดความต้านทานต่ำ และอย่างน้อย 8 โวลต์ ในกรณีของหลอดไฟฟ้าชนิดไส้หลอดมีความต้านทานสูงตามลำดับ การวัดให้เป็นไปตามข้อ 7.3.2

3.20 กำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์จ่ายให้แก่หลอด

3.20.1 หลอดที่ต้องใช้สตาร์เตอร์

เมื่อใช้แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ตามความถี่ที่กำหนด บัลลาสต์ต้องสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับหลอดอ้างอิง ในอัตราส่วนซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกำลังไฟฟ้าที่บัลลาสต์อ้างอิง จ่ายให้กับหลอดอ้างอิง ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 92.5 และในทำนองเดียวกัน สำหรับกระแสไฟฟ้าต้องไม่เกินร้อยละ 115 และเมื่อ

ใช้ทั้งแรงดันไฟฟ้าที่ร้อยละ 90 และที่ร้อยละ 110 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด บัลลาสต์ต้องสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับหลอดอ้างอิงในอัตราส่วนซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกำลังไฟฟ้าที่บัลลาสต์อ้างอิงจ่าย ให้กับหลอดอ้างอิงได้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 และไม่เกินร้อยละ 115 ตามลำดับ การวัดให้เป็นไปตามข้อ 7.4.1

3.20.2 หลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์

เมื่อใช้แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ตามความถี่ที่กำหนด บัลลาสต์ต้องสามารถจำกัดกระแสไฟฟ้าไส้หลอดข้างหนึ่งถึงไส้หลอดอีกข้างหนึ่ง หรือกระแสอาร์กที่ผ่านหลอดอ้างอิงในอัตราส่วนซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกระแส ไฟฟ้า ที่ บัลลาสต์ อ้างอิง จ่ายผ่านหลอดอ้างอิงต้องไม่เกินร้อยละ 115 การวัดให้เป็นไปตามข้อ 7.4.2

เมื่อหักกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในวงจรต่าง ๆ ที่อยู่นอกหลอด กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหลอดจริง ๆ นั้น อาจประมาณได้จากการเปรียบเทียบฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดอ้างอิงหลอดเดียวกัน เมื่อต่อกับบัลลาสต์อ้างอิงและเมื่อต่อกับบัลลาสต์ตัวอย่าง โดยที่ฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดเมื่อต่อกับบัลลาสต์ตัวอย่าง ต้องไม่ลดลงเกินร้อยละ 10 ของฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดนั้นเมื่อต่อกับบัลลาสต์อ้างอิง

3.21 เพาเวอร์แฟกเตอร์เบ็ดเสร็จ

เมื่อใช้แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ตามความถี่ที่กำหนด บัลลาสต์ที่ต่อกับหลอดอ้างอิงหนึ่งหลอด หรือหลายหลอดต้องมีค่าเพาเวอร์

แฟกเตอร์เบ็ดเสร็จไม่แตกต่างจากค่าที่แจ้งไว้เกิน 0.05 ทั้งนี้ บัล-ลาสต์ที่มีเพาเวอร์แฟกเตอร์สูง ต้องมีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์เบ็ดเสร็จไม่น้อยกว่า 0.85 ด้วย การวัดให้เป็นไปตามข้อ 7.5

3.22 กระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์รับจากตัวจ่าย

เมื่อใช้แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดตามความถี่ที่กำหนด บัลลาสต์ที่ต่อกับหลอดอ้างอิงต้องรับกระแส ไฟฟ้าจากตัวจ่าย ไม่แตกต่างจากค่าที่ได้แจ้งไว้ที่บัลลาสต์ เกินร้อยละ ± [illegible] การวัดให้เป็นไปตามข้อ 7.6

3.23 กระแสไฟฟ้าสูงสุดในสายใด ๆ ที่ต่อไปยังไส้หลอด

ข้อกำหนดนี้ใช้เฉพาะบัลลาสต์สำหรับหลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์เมื่อใช้งานตามปกติ และที่แรงดันไฟฟ้าร้อยละ 110 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด กระแสไฟฟ้าในสายใด ๆ ที่ต่อไปยังไส้หลอด ต้องมีค่าไม่เกินค่าที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 7 หรือตารางที่ 8 แล้วแต่ชนิดของไส้หลอด การวัดให้เป็นไปตามข้อ 7.7

ตารางที่ 7
กระแสไฟฟ้าสูงสุดในสายใด ๆ ที่ต่อไปยังไส้หลอด สำหรับหลอดชนิดไส้หลอดมีความต้านทานต่ำ
(ข้อ 3.23)

กำลังไฟฟ้าที่กำหนดของหลอด วัตต์	กระแสไฟฟ้าสูงสุดในสายใด ๆ ที่ต่อไปยังไส้หลอด อัมแปร์
20	0.65
40	0.75
65	1.10
85	–
215	–

ตารางที่ 8
กระแสไฟฟ้าสูงสุดในสายใด ๆ ที่ต่อไปยังไส้หลอด สำหรับหลอดชนิดไส้หลอดมีความต้านทานสูง
(ข้อ 3.23)

กำลังไฟฟ้าที่กำหนดของหลอด วัตต์	กระแสไฟฟ้าสูงสุดในสายใด ๆ ที่ต่อไปยังไส้หลอด อัมแปร์
20	0.65
40	0.75
80	1.60
85	1.30
125	1.60

3.24 ลักษณะคลื่นของกระแสผ่านหลอด

เมื่อใช้แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ตามความถี่ที่กำหนด บัลลาสต์ที่ต่อกับหลอดอ้างอิง ต้องมีลักษณะคลื่นของกระแสผ่านหลอดในสถานะคงที่ (steady state) ตามข้อกำหนด ดังนี้

(1) ครึ่งวัฏจักรที่ติดต่อกัน เมื่อดูคลื่นด้วยเครื่องออสซิลโลสโคป ต้องมีรูปคลื่นอย่างเดียวกัน และต้องมีค่าพีกเท่ากัน หรือแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 5

ในกรณีที่เกิดข้อสงสัย ให้หาอัตราส่วนระหว่างฮาร์โมนิกคู่ (even harmonic) กับกระแสไฟฟ้าหลักมูล อัตราส่วนนี้ต้องไม่เกิน 0.025

(2) เมื่อใช้แรงดันไฟฟ้าร้อยละ 90 ถึงร้อยละ 100 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด อัตราส่วนสูงสุดของค่าพีกต่อค่ารูตมีนสแควร์ต้องไม่เกิน 1.7 และ

เมื่อใช้แรงดันไฟฟ้าเกินร้อยละ 100 ถึงร้อยละ 110 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด อัตราส่วนสูงสุดของค่าพีกต่อค่ารูตมีนสแควร์ต้องไม่เกิน 1.8

การวัดให้เป็นไปตามข้อ 7.8.1 หรือ 7.8.2 แล้วแต่กรณี

3.25 แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วสตาร์เตอร์ที่ทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้า (ถ้ามี)

เมื่อใช้แรงดันไฟฟ้าระหว่างร้อยละ 90 ถึงร้อยละ 110 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ตามความถี่ที่กำหนด บัลลาสต์ที่ต่อกับหลอดอ้างอิงต้องมีแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วสตาร์เตอร์ ไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 9

ตารางที่ 9
แรงดันไฟฟ้าสูงสุดระหว่างขั้วสตาร์ตเตอร์ที่ทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้า
(ข้อ 3.25)

กำลังไฟฟ้าที่กำหนดของหลอด วัตต์	แรงดันไฟฟ้าสูงสุดระหว่างขั้วสตาร์ตเตอร์ โวลต์
13	105
20	68
30 (T8)	128
32	100
40	128
65	132
80	128
85	160
90	95
125	–

ข้อกำหนดนี้ใช้ในขณะที่หลอดเริ่มติดจนกระทั่งเมื่อหลอดติดสว่างอย่างสมบูรณ์แล้ว ถ้าเป็นบัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดได้หลายหลอดโดยต่อวงจรขนาน แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วสตาร์ตเตอร์ ของแต่ละหลอดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังกล่าว แม้แต่ในขณะที่อยู่ในภาวะสุดโต่ง

3.26 การป้องกันอิทธิพลจากสารแม่เหล็ก

บัลลาสต์ต้องมีการป้องกันอิทธิพลจากสารแม่เหล็กอย่างเหมาะสม การเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนแผ่นเหล็กกล้าไปใกล้ หรือสัมผัสบัลลาสต์แต่ละครั้งต้องไม่เกินร้อยละ 2 ของค่ากระแสไฟฟ้าใช้งานตามปกติ การทดสอบให้เป็นไปตามข้อ 7.9

4. การทำเครื่องหมาย

4.1 อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมาย แสดงข้อความต่อไปนี้ให้เห็นอย่างชัดเจน มีความคงทน และไม่เลอะเลือนได้ง่ายอยู่ที่บัลลาสต์

(1) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำหรือเครื่องหมายการค้า

(2) แผนวงจรไฟฟ้า ที่แสดงตำแหน่งการต่อสายอย่างสมบูรณ์

(3) ถ้าจำเป็นต้องต่อคะแปซิเตอร์เป็นหน่วยหนึ่งต่างหาก หรือถ้ามีคะแปซิเตอร์รวมอยู่ในบัลลาสต์แล้ว ต้องบ่งแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ค่าความจุ และอาจบ่งอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดแรงดันไฟฟ้าทดสอบของคะแปซิเตอร์ด้วยก็ได้ และต้องระบุให้ชัดเจนว่ามีคะแปซิเตอร์รวมอยู่แล้วหรือไม่

(4) ความถี่ กระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้าของตัวจ่ายที่กำหนด

(5) กำลังไฟฟ้าที่กำหนด และถ้าจำเป็นต้องแจ้งแบบของหลอดซึ่งเหมาะกับบัลลาสต์นั้นด้วย หากบัลลาสต์สามารถใช้กับ

หลอดไฟฟ้าได้หลายหลอด ต้องแจ้งจำนวนหลอด และกำลังไฟฟ้าของหลอดแต่ละหลอดด้วย

(6) เพาเวอร์แฟกเตอร์
ถ้ามีลีดิงเพาเวอร์แฟกเตอร์ ต่ำกว่า 0.95 ให้มีอักษร "C" ไว้ข้างท้ายค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

4.2 ถ้าเป็นบัลลาสต์ที่แจ้งอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวดไว้ ให้แสดงค่าอุณหภูมิดังกล่าวไว้ท้ายสัญลักษณ์ t_w การแสดงค่าอุณหภูมินี้ให้เป็นตัวคูณของ 5 ค่าที่นิยม คือ 90, 105 และ 120 องศาเซลเซียส

4.3 ถ้าเป็นบัลลาสต์ที่มีสัญลักษณ์ t_w อาจแสดงค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขดลวดไว้ท้ายสัญลักษณ์ $\triangle t$ ด้วยก็ได้ ค่าที่นิยมคือ 40, 55, 70 และ 85 องศาเซลเซียส

4.4 ถ้ามีคะแปซิเตอร์ต่อเป็นหน่วยหนึ่งต่างหากในวงจรหลอด อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแสดงข้อความต่อไปนี้ให้เห็นอย่างชัดเจน มีความคงทน และไม่เลอะเลือนได้ง่ายอยู่ที่คะแปซิเตอร์เว้นแต่คะแปซิเตอร์ที่ใช้ในสตาร์เตอร์ หรือที่ค่าความจุไม่เกิน 0.1 ไมโครฟารัด

(1) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า

(2) ความจุ

(3) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

(4) แรงดันไฟฟ้าทดสอบ (ถ้ามากกว่า 1.3 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด)

(5) ความถี่หรือช่วงความถี่ที่กำหนด

(6) อุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนด (t_c) ซึ่งต้องไม่ต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส

4.5 การทำเครื่องหมายตามข้อ 4.1 ถึง 4.4 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้

4.6 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

5. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

5.1 การชักตัวอย่าง

ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มตามจำนวนดังนี้

5.1.1 ให้ชักตัวอย่างบัลลาสต์ 18 ตัวอย่าง โดยใช้สำหรับการทดสอบความทนทานต่อความร้อนของขดลวด 7 ตัวอย่าง ใช้สำหรับการทดสอบอื่น ๆ 4 ตัวอย่าง และสำรองสำหรับการทดสอบความทนทานต่อความร้อนอีก 7 ตัวอย่าง ในกรณีที่การทดสอบครั้งแรกไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

5.1.2 คะแปซิเตอร์ซึ่งรวมอยู่ในบัลลาสต์หรือต่อเป็นหน่วยหนึ่งต่างหาก ให้ชักตัวอย่างเฉพาะคะแปซิเตอร์ 15 ตัวอย่าง โดยใช้สำหรับทดสอบความทนทานต่อความร้อน 10 ตัวอย่าง และใช้สำหรับทดสอบความทนทานต่อความชื้นและทดสอบความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า 5 ตัวอย่าง

5.2 เกณฑ์ตัดสิน

5.2.1 ให้ถือว่าบัลลาสต์รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานก็ต่อเมื่อเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดของข้อ 5.2.1.1 และข้อ 5.2.1.2 หรือข้อ 5.2.1.1 และข้อ 5.2.1.4 แล้วแต่กรณี

5.2.1.1 จำนวนตัวอย่างที่ชักมาตามข้อ 5.1.1 จำนวน 4 ตัวอย่าง เมื่อทดสอบตามลำดับรายการที่กำหนดในผนวก ค. เว้นแต่ที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น บัลลาสต์ทุกตัวอย่างนั้นต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกข้อ

5.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ชักมาตามข้อ 5.1.1 อีก 7 ตัวอย่าง เมื่อทดสอบความทนทานต่อความร้อนของขดลวดแล้วมีบัลลาสต์ที่ต้องด้วยเกณฑ์คุณภาพไม่น้อยกว่า 6 ตัวอย่าง ให้ถือว่ารุ่นนั้นเป็นไปตามข้อกำหนดของความทนทานต่อความร้อนของขดลวด

5.2.1.3 ถ้าจำนวนบัลลาสต์ตามข้อ 5.2.1.2 ที่นำไปทดสอบความทนทานต่อความร้อนของขดลวดไม่ต้องด้วยเกณฑ์คุณภาพเกิน 2 ตัวอย่าง ให้ถือว่าบัลลาสต์รุ่นนั้นไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

5.2.1.4 ถ้าจำนวนบัลลาสต์ตามข้อ 5.2.1.2 ที่นำไปทดสอบความทนทานต่อความร้อนของขดลวดไม่ต้องด้วยเกณฑ์คุณภาพ 2 ตัวอย่าง ให้ใช้บัลลาสต์สำรองอีก 7 ตัวอย่างจากข้อ 5.1.1 มาทดสอบซ้ำ ในการทดสอบซ้ำนี้บัลลาสต์ต้องเป็นไปตาม

เกณฑ์คุณภาพทุกตัวอย่าง จึงจะถือว่าบัลลาสต์รุ่นนั้นเป็นไปตามข้อกำหนดนี้

5.2.2 บัลลาสต์ที่มีคะแปซิเตอร์รวมอยู่ในบัลลาสต์หรือต่อเป็นหน่วยหนึ่งต่างหาก ให้ถือว่าบัลลาสต์ดังกล่าวมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐาน ก็ต่อเมื่อบัลลาสต์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดของข้อ 5.2.1 และคะแปซิเตอร์ที่ชักมาตามข้อ 5.1.2 เป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพของคะแปซิเตอร์ทุกตัวอย่าง

6. การทดสอบ

6.1 ข้อกำหนดทั่วไป

สมรรถนะที่มิได้กำหนดวิธีทดสอบไว้โดยเฉพาะให้ตรวจสอบด้วยตา

6.1.1 การทดสอบเฉพาะแบบ ใช้สำหรับทดสอบบัลลาสต์ และ/หรือคะแปซิเตอร์

6.1.2 ให้ดำเนินการทดสอบบัลลาสต์ตามลำดับรายการในผนวก ค. เว้นแต่ที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น การทดสอบใดที่ต้องใช้หลอดก็ให้เป็นไปตามข้อกำหนดเกี่ยวกับหลอดอ้างอิง ในผนวก ข.

6.1.3 การทดสอบแต่ละข้อให้กระทำในภาวะที่กำหนดในข้อ 6.1.4 เว้นแต่ที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

6.1.4 อุณหภูมิโดยรอบของการทดสอบ

การวัดค่าต่าง ๆ ให้ทำในห้องที่ไม่มีลมพัด และมีอุณหภูมิโดยรอบระหว่าง 23 ถึง 27 องศาเซลเซียส การทดสอบซึ่งต้อง

ให้สมรรถนะของหลอดคงที่นั้น อุณหภูมิโดยรอบขณะทดสอบนี้ต้องไม่เปลี่ยนแปลงเกิน 1 องศาเซลเซียส

ทั้งนี้ให้วัดโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์อย่างน้อย 3 ตัว แขวนไว้รอบๆ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ในแนวระนาบเดียวกันกับตัวอย่าง โดยให้ห่างจากผิวของตัวอย่างประมาณ 1 เมตร และให้ถือค่าเฉลี่ยจากการวัด 3 ครั้งตลอดการทดสอบเป็นค่าอุณหภูมิโดยรอบ การวัดแต่ละครั้งให้ใช้ค่าเฉลี่ยจากเทอร์โมมิเตอร์ทุกตัว

6.1.5 แรงดันไฟฟ้าและความถี่ของตัวจ่าย

6.1.5.1 แรงดันไฟฟ้าและความถี่

นอกจากจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น บัลลาสต์อ้างอิงและบัลลาสต์ตัวอย่างต้องใช้แรงดันไฟฟ้าและความถี่ตามค่าที่กำหนดของบัลลาสต์นั้น ๆ บัลลาสต์อ้างอิงและบัลลาสต์ตัวอย่างต้องเป็นชนิดที่ใช้ความถี่ค่าเดียวกัน

ในกรณีที่ระบุแรงดันไฟฟ้าของตัวจ่ายไว้เป็นช่วงหรือระบุไว้หลายค่า ให้เลือกเอาแรงดันไฟฟ้าค่าใด ๆ ในช่วงนั้นหรือค่าใดค่าหนึ่งที่ระบุไว้เป็นค่าที่กำหนด

6.1.5.2 เสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้าและความถี่ของตัวจ่าย

ในการทดสอบ แรงดันไฟฟ้าและความถี่ของตัวจ่ายต้องมีเสถียรภาพไม่เปลี่ยนแปลงเกินร้อยละ ± 0.5 แต่ในขณะวัดค่าต่างๆ แรงดันไฟฟ้าต้องไม่เปลี่ยนแปลงเกินร้อยละ ± 0.2 ของค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดให้ทดสอบ

สำหรับการทดสอบที่ใช้เวลานาน (เช่น การทดสอบความทนทาน) แรงดันไฟฟ้าต้องไม่เปลี่ยนแปลงเกินร้อยละ ± 2 และความถี่ต้องไม่เปลี่ยนแปลงเกินร้อยละ ± 1 ของค่าที่กำหนดให้ทดสอบ

6.1.5.3 ลักษณะคลื่นแรงดันไฟฟ้าของตัวจ่าย

ฮาร์โมนิกทั้งหมดของแรงดันไฟฟ้าของตัวจ่าย ต้องไม่เกินร้อยละ 3 ของฮาร์โมนิกหลักมูล

ฮาร์โมนิกทั้งหลายหมายถึงผลรวมของค่ารูตมีนสแควร์ของฮาร์โมนิกแต่ละค่า

หมายเหตุ อิมพีแดนซ์ (impedance) ของตัวจ่าย ต้องมีค่าต่ำพอเมื่อเปรียบเทียบกับอิมพีแดนซ์ของบัลลาสต์

6.1.6 คุณลักษณะของเครื่องวัด

6.1.6.1 วงจรศักดาไฟฟ้า

วงจรศักดาไฟฟ้าของเครื่องวัดที่ต่อคร่อมหลอด ต้องมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไม่เกินร้อยละ 3 ของค่ากระแสผ่านหลอดที่ระบุ

6.1.6.2 วงจรกระแสไฟฟ้า

วงจรกระแสไฟฟ้าของเครื่องวัดที่ต่ออนุกรมกับหลอด ต้องมีอิมพีแดนซ์ต่ำพอ คือ ค่าของแรงดันไฟฟ้าคร่อมวงจรของเครื่องวัดนั้นต้องไม่เกินร้อยละ 2 ของค่าแรงดันไฟฟ้าประสงค์ระหว่างขั้วหลอด

ในกรณีที่ใช้เครื่องวัดในวงจรเผาไส้แบบขนาน ผลรวมของอิมพีแดนซ์ของเครื่องวัดต้องไม่เกิน 0.5 โอห์ม

6.1.6.3 การวัดค่ารูตมีนสแควร์

เครื่องวัดที่ใช้สำหรับวัดค่ารูตมีนสแควร์ ต้องไม่มีความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากลักษณะของคลื่นไฟฟ้าผิดเพี้ยน

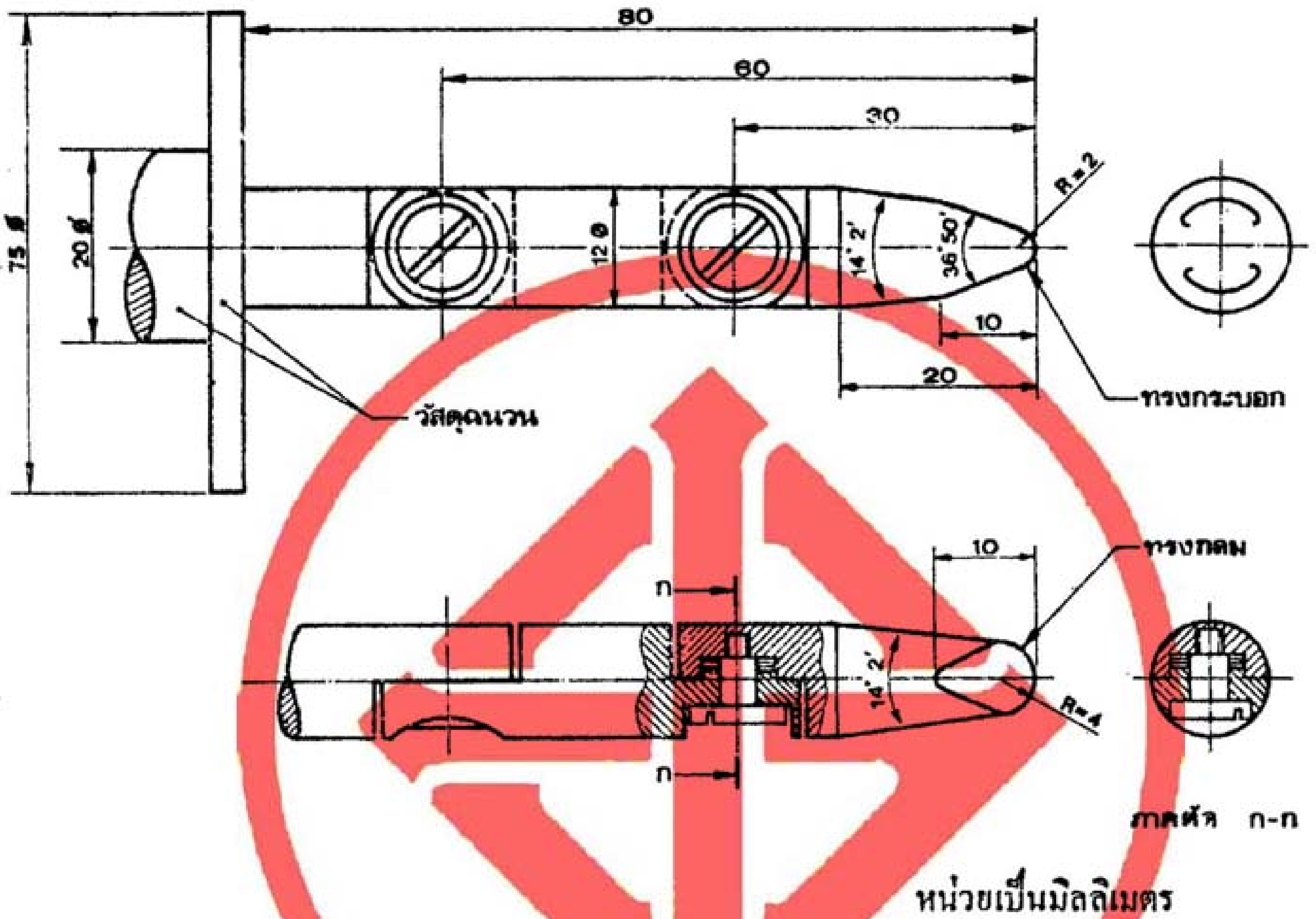
6.2 ความคงทนของเครื่องหมาย

ให้ทดสอบโดยใช้ผ้าชุ่มน้ำถูเครื่องหมายเบา ๆ เป็นเวลา 15 วินาที และใช้ผ้าที่ชุ่มด้วยปิโตรเลียมสปีริต ถูซ้ำเป็นเวลาอีก 15 วินาที

6.3 การป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญ

ให้ตรวจสอบโดยใช้นิ้วทดสอบซึ่งใช้ร่วมกับสิ่งแสดงการครบวงจรไฟฟ้า ตรงช่องว่าง ช่องเปิดและทุกตำแหน่งที่อาจสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้โดยบังเอิญ ถ้าจำเป็นให้กดนิ้วทดสอบด้วยแรง 30 นิวตัน ตัวอย่างนิ้วทดสอบดังแสดงในรูปที่ 1

สิ่งแสดงการครบวงจรไฟฟ้า ควรเป็นหลอดไฟฟ้าที่เหมาะสมและใช้กับแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 40 โวลต์



หมายเหตุ 1. ปลายนิ้วทดสอบเป็นรูปทรงกลมตัดกับทรงกระบอก

2. มุมต่าง ๆ ใช้ค่าความคลาดเคลื่อน ± 5 ลิบดา

3. มิติที่ไม่เกิน 25 มิลลิเมตร ใช้ค่าความคลาดเคลื่อน – 0.05 มิลลิเมตร

4. มิติที่เกิน 25 มิลลิเมตร ใช้ค่าความคลาดเคลื่อน – 0.20 มิลลิเมตร

รูปที่ 1 ตัวอย่างนิ้วทดสอบ
(ข้อ 6.3)

6.4 ความทนทานต่อความชื้น ความต้านทานการฉนวน และความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า

6.4.1 ความทนทานต่อความชื้น

ให้นำบัลลาสต์ตัวอย่างใส่ไว้ในตู้ความชื้นซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่างร้อยละ 93 ถึง 95 ที่อุณหภูมิคงที่ ค่าใดค่าหนึ่งระหว่าง 20 ถึง 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยยอมให้อุณหภูมินี้เปลี่ยนแปลงได้ ± 2 องศาเซลเซียส

ก่อนที่จะนำบัลลาสต์ตัวอย่างใส่ในตู้ความชื้น อุณหภูมิของบัลลาสต์ตัวอย่างต้องเท่ากับอุณหภูมิของตู้ความชื้น หรือสูงกว่าได้ไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส

การวางบัลลาสต์ตัวอย่างในตู้ความชื้น ให้ทำตามคำแนะนำของผู้ทำ (ถ้ามี)

ถ้าบัลลาสต์นั้นมีรูร้อยสายให้เปิดไว้ หรือถ้ามีรูร้อยสายชนิดกระทุ้ง ให้เปิดไว้หนึ่งรู

6.4.2 ความต้านทานการฉนวน

ให้ทดสอบความต้านทานการฉนวนทันทีหลังจากทดสอบตามข้อ 6.4.1 แล้ว

ก่อนทดสอบความต้านทานการฉนวน หากมีหยดน้ำที่บัลลาสต์ให้ซับออก

ถ้าเป็นบัลลาสต์ที่มีเปลือกนอกเป็นวัสดุฉนวน ให้ใช้แผ่นโลหะบางหุ้มเสียก่อน

การทดสอบให้ป้อนไฟฟ้ากระแสตรง แรงดัน 500 โวลต์ ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 1 นาที แล้วจึงวัดความต้านทานการฉนวนดังนี้

6.4.2.1 ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าที่มีศักดาต่างกัน ซึ่งสามารถแยกออกจากกันได้

6.4.2.2 ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้ากับส่วนโลหะที่อยู่ภายนอกรวมทั้งแผ่นโลหะบางที่ใช้หุ้มเปลือกนอก

6.4.3 ความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า

ให้ทดสอบความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้าทันทีหลังจากทดสอบตามข้อ 6.4.2 แล้ว

ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบที่กำหนดในตารางที่ 1 ตามความถี่ที่กำหนดระหว่างส่วนที่กล่าวในข้อ 6.4.2.1 และข้อ 6.4.2.2 เป็นเวลา 1 นาที โดยให้เริ่มด้วยแรงดันไฟฟ้าไม่เกินครึ่งหนึ่งของค่าที่กำหนด แล้วเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนถึงค่าที่กำหนด

6.4.4 การฉนวนระหว่างรอบ

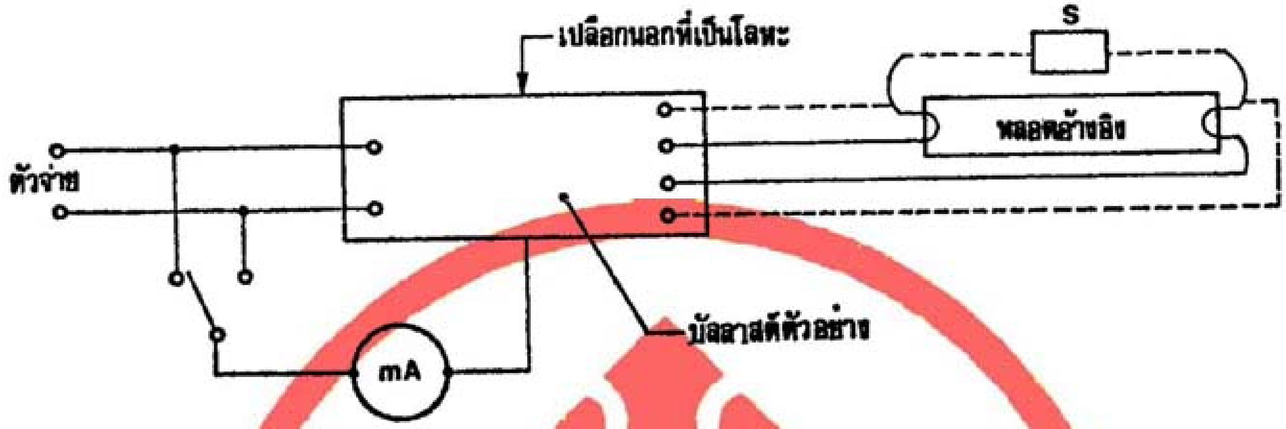
ให้ทดสอบการฉนวนระหว่างรอบทันทีหลังจากทดสอบตามข้อ 6.4.3 แล้ว

ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้า 5 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นขณะใช้งานตามปกติที่สถานะคงที่ แต่ต้องไม่เกินค่าแรงดันไฟฟ้าทดสอบที่กำหนดในตารางที่ 1 ความถี่ไม่น้อยกว่า 5 เท่าของความถี่ที่กำหนดแก่ขดลวดเป็นเวลา 1 นาที

การตรวจสอบขดลวดลัดวงจร (short turn) ให้เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียของบัลลาสต์ก่อนและหลังการทดสอบนี้

6.5 การรั่วของกระแสไฟฟ้า

วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้า ได้แสดงดังในรูปที่ 2



รูปที่ 2 วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้ารั่ว
(ข้อ 6.5)

บัลลาสต์ที่มีเปลือกนอกเป็นวัสดุฉนวน ให้หุ้มด้วยแผ่นโลหะบางเสียก่อน

ความต้านทานรวมของมิลลิอัมมิเตอร์กับความต้านทานที่ต่ออย่างอนุกรม ต้องมีค่า 2 000 ± 50 โอห์ม ปลายหนึ่งของชุดเครื่องวัดต้องต่อกับเปลือกนอกของบัลลาสต์ หรือแผ่นโลหะบางที่ใช้หุ้มเปลือกนอกอีกปลายหนึ่งต่อกับสวิตช์

6.6 คะแปซิเตอร์

6.6.1 ความทนทานต่อความร้อน–

ให้ทดสอบเป็นเวลา 500 ชั่วโมง โดยใช้คะแปซิเตอร์ 10 ตัวอย่างมาทดสอบในอ่างน้ำมันซึ่งมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของคะแปซิเตอร์ บวกด้วย 10 องศาเซล-

เซียส หรือบวกด้วยร้อยละ 15 ของอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของคะแปซิเตอร์ แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่าและให้คงไว้ที่ค่านี้โดยยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 2 องศาเซลเซียส ป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับมีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าทดสอบ หรือหากไม่ได้ระบุแรงดันไฟฟ้าทดสอบไว้ ให้ใช้แรงดันไฟฟ้ามีค่าเป็น 1.3 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ความถี่ 50 หรือ 60 แฮร์ตซ์ แก่ขั้วต่อสายของคะแปซิเตอร์

6.6.2 ความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า

ให้ใช้คะแปซิเตอร์ 5 ตัวอย่าง มาทดสอบในอากาศที่มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของคะแปซิเตอร์บวกด้วย 10 องศาเซลเซียส หรือบวกด้วยร้อยละ 15 ของอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของคะแปซิเตอร์ แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่าและให้คงไว้ที่ค่านี้โดยยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 2 องศาเซลเซียส

6.6.2.1 ระหว่างขั้วต่อสาย

ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้ามีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าทดสอบ หรือหากไม่ได้ระบุแรงดันไฟฟ้าทดสอบไว้ ให้ใช้แรงดันไฟฟ้ามีค่าเป็น 1.3 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดความถี่ 50 หรือ 60 แฮร์ตซ์ แก่ขั้วต่อสายเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าเป็น 2.15 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด โดยให้คงค่านี้ไว้เป็นเวลา 1 นาที

6.6.2.2 ระหว่างขั้วต่อสายกับเปลือกนอก

เมื่อทดสอบตามข้อ 6.6.2.1 แล้ว ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าทด

สอบตามค่าที่กำหนดในตารางที่ 1 ความถี่ 50 หรือ 60 แฮร์ตซ์ แก่ขั้วต่อสายกับเปลือกนอกเป็นเวลา 1 นาที โดยให้เริ่มด้วยแรงดันไฟฟ้าไม่เกินครึ่งหนึ่งของค่าที่กำหนดแล้วเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงค่าที่กำหนด ในกรณีที่มีเปลือกนอกเป็นวัสดุฉนวน ให้ใช้แผ่นโลหะบางหุ้มเสียก่อน

6.6.3 ความทนทานต่อความชื้น

เมื่อทดสอบตามข้อ 6.6.2 แล้วและคะแปซิเตอร์เย็นลงจนถึงอุณหภูมิโดยรอบ ให้นำไปใส่ไว้ในตู้ความชื้น ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างร้อยละ 93 ถึง 95 ที่อุณหภูมิคงที่ ค่าใดค่าหนึ่งระหว่าง 20 ถึง 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 500 ชั่วโมง โดยยอมให้อุณหภูมินี้เปลี่ยนแปลงได้ 1 องศาเซลเซียส

6.6.3.1 ระหว่างขั้วต่อสาย

ให้นำคะแปซิเตอร์ออกจากตู้ความชื้น ถ้ามีหยดน้ำบนคะแปซิเตอร์ ให้ซับออกแล้วป้อนแรงดันไฟฟ้ามีค่า 2.15 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ความถี่ 50 หรือ 60 แฮร์ตซ์ แก่ขั้วต่อสายของคะแปซิเตอร์ทันทีเป็นเวลา 1 นาที

6.6.3.2 ระหว่างขั้วต่อสายกับเปลือกนอก

เมื่อทดสอบตามข้อ 6.6.3.1 แล้ว ให้ป้อนแรงดันไฟฟ้าทดสอบตามค่าที่กำหนดในตารางที่ 1 แก่ขั้วต่อสายกับเปลือกนอกเป็นเวลา 1 นาที โดยให้เริ่มด้วยแรงดันไฟฟ้าไม่เกินครึ่งหนึ่งของค่าที่กำหนด แล้วเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึง

ค่าที่กำหนด ในกรณีที่เปลือกนอกเป็นวัสดุฉนวนให้ใช้แผ่นโลหะบางหุ้มเสียก่อน

6.7 ความทนทานต่อความร้อนของขดลวด

การทดสอบนี้ให้ใช้บัลลาสต์ 7 ตัวอย่าง จากข้อ 5.1.1 ก่อนการทดสอบให้ตรวจและวัดค่าต่อไปนี้

(1) ตรวจว่าบัลลาสต์จุดหลอด และทำให้หลอดติดสว่างอย่างสมบูรณ์ได้ตามปกติ

(2) วัดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าของบัลลาสต์ในภาวะการทำงานตามปกติที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

แล้วทดสอบต่อไปโดยนำบัลลาสต์ตัวอย่างใส่ในตู้อบความร้อนที่เหมาะสม ตัวอย่างของตู้อบความร้อนที่เหมาะสมได้แสดงในรูปที่ 3

บัลลาสต์ในตู้อบความร้อนต้องใช้งานได้เหมือนตามปกติ ในกรณีที่มีคะแปซิเตอร์ หรือมีส่วนประกอบอื่นที่มิได้เกี่ยวข้อง กับการทดสอบตามข้อนี้ ให้ถอดออกวางไว้นอกตู้อบความร้อน แล้วต่อวงจรไฟฟ้าให้เหมือนเดิม ทั้งนี้ ให้ผู้ทำหรือผู้สั่งทำ มอบบัลลาสต์ตัวอย่างซึ่งมีคะแปซิเตอร์ หรือส่วนประกอบอื่น ๆ แยกเป็นหน่วยต่างหาก

โดยทั่วไป เพื่อให้ได้ภาวะการทำงานตามปกติ ให้ทำการทดสอบโดยต่อบัลลาสต์กับหลอดที่เหมาะสม แต่บัลลาสต์แบบเหนี่ยวนำบางชนิดอาจต้องใช้ความต้านทานสมมูล หรือความต้านทานประสงค์ของไส้หลอด แล้วแต่กรณี เพื่อปรับค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านบัลลาสต์ให้คงระดับ หลอดหรือความต้านทานสม

มูลหรือความต้านทานประสงค์ของไส้หลอดต้องอยู่นอกตู้อบความร้อน บัลลาสต์ต้องต่อลงดิน

ให้ทดสอบบัลลาสต์ทั้ง 7 ตัวอย่างในตู้อบความร้อน โดยวางบัลลาสต์ดังรูปที่ 3 และใช้แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดจ่ายให้บัลลาสต์

อย่างไรก็ดีถ้าสามารถควบคุมอุณหภูมิของขดลวดของบัลลาสต์ทุกตัวอย่างให้เท่ากับที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 10 ผู้ทดสอบอาจไม่ต้องคำนึงถึงขนาดของตู้อบความร้อน และการจัดวางบัลลาสต์ตามรูปดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อให้สามารถทดสอบบัลลาสต์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน

เครื่องควบคุมอุณหภูมิของตู้อบความร้อน ต้องเป็นแบบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในของตู้อบความร้อนให้อุณหภูมิของขดลวดที่ร้อนที่สุดในบัลลาสต์เท่ากับอุณหภูมิที่ใช้ทดสอบที่กำหนดในตารางที่ 10 โดยประมาณ

เมื่อบัลลาสต์ใดครบช่วงเวลาการทดสอบ ให้ตัดบัลลาสต์นั้นออกจากวงจรตัวจ่ายแต่ต้องไม่นำออกจากตู้อบความร้อนจนกว่าบัลลาสต์ทั้ง 7 ตัวอย่างครบช่วงเวลาการทดสอบ

ช่วงเวลาการทดสอบ ให้เริ่มนับตั้งแต่ต่อบัลลาสต์กับตัวจ่ายจนถึงเมื่อตัดบัลลาสต์ออกจากวงจรตัวจ่าย อุณหภูมิที่ใช้ทดสอบในตารางที่ 10 เป็นอุณหภูมิที่ใช้ทดสอบเพื่อเร่งอายุการใช้งานให้สอดคล้องกับอายุ 10 ปี (หรือ 3 652 วัน) ณ อุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด (t_w) และคำนวณจากสูตรดังนี้

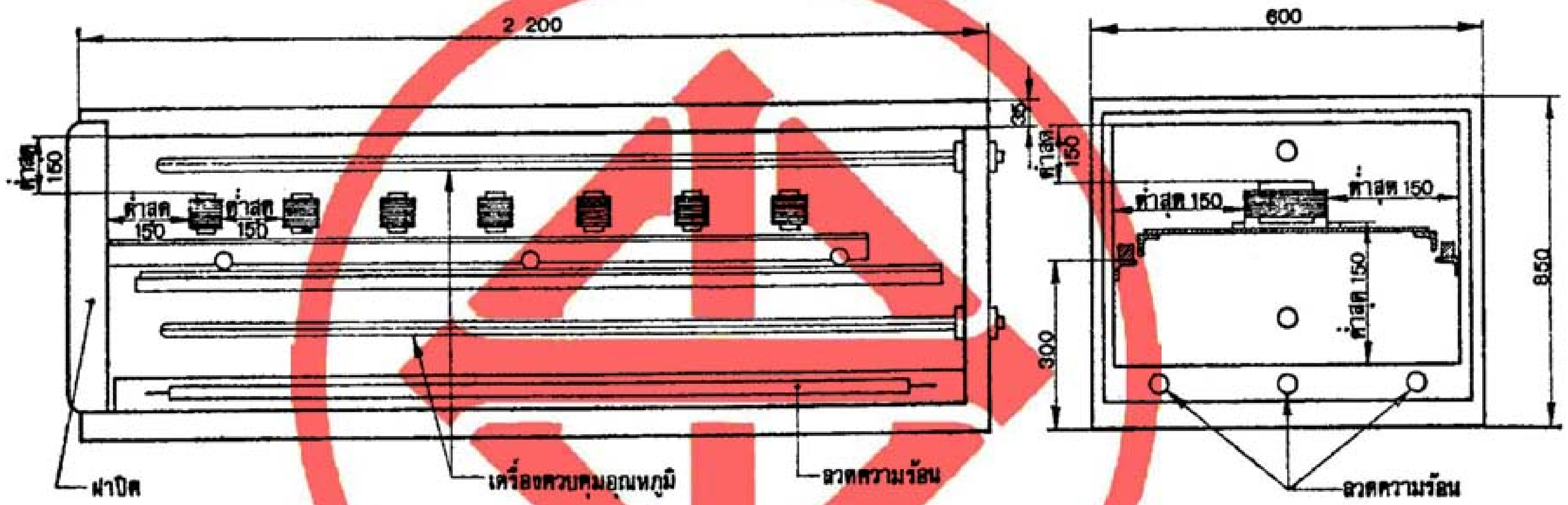
$$\log L = \log L_o + 4\ 500 \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_w}\right)$$

เมื่อ **L** คือ ช่วงเวลาการทดสอบ เป็นวัน

L_o คือ 3 652 เป็นวัน

T คือ อุณหภูมิที่ใช้ทดสอบ เป็นเคลวิน

T_w คือ อุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด เป็นเคลวิน



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 3 ตัวอย่างของตู้อบความร้อนที่เหมาะสม และการจัดวางบัลลาสต์
(ข้อ 6.7)

ตารางที่ 10
อุณหภูมิที่ใช้ทดสอบขดลวด
(ข้อ 6.7)

อุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด องศาเซลเซียส	อุณหภูมิที่ใช้ทดสอบ องศาเซลเซียส	
	แบบ 15 วัน	แบบ 30 วัน
90	176	163
95	183	170
100	191	177
105	199	185
110	207	192
115	215	199
120	223	207
125	231	214
130	239	221

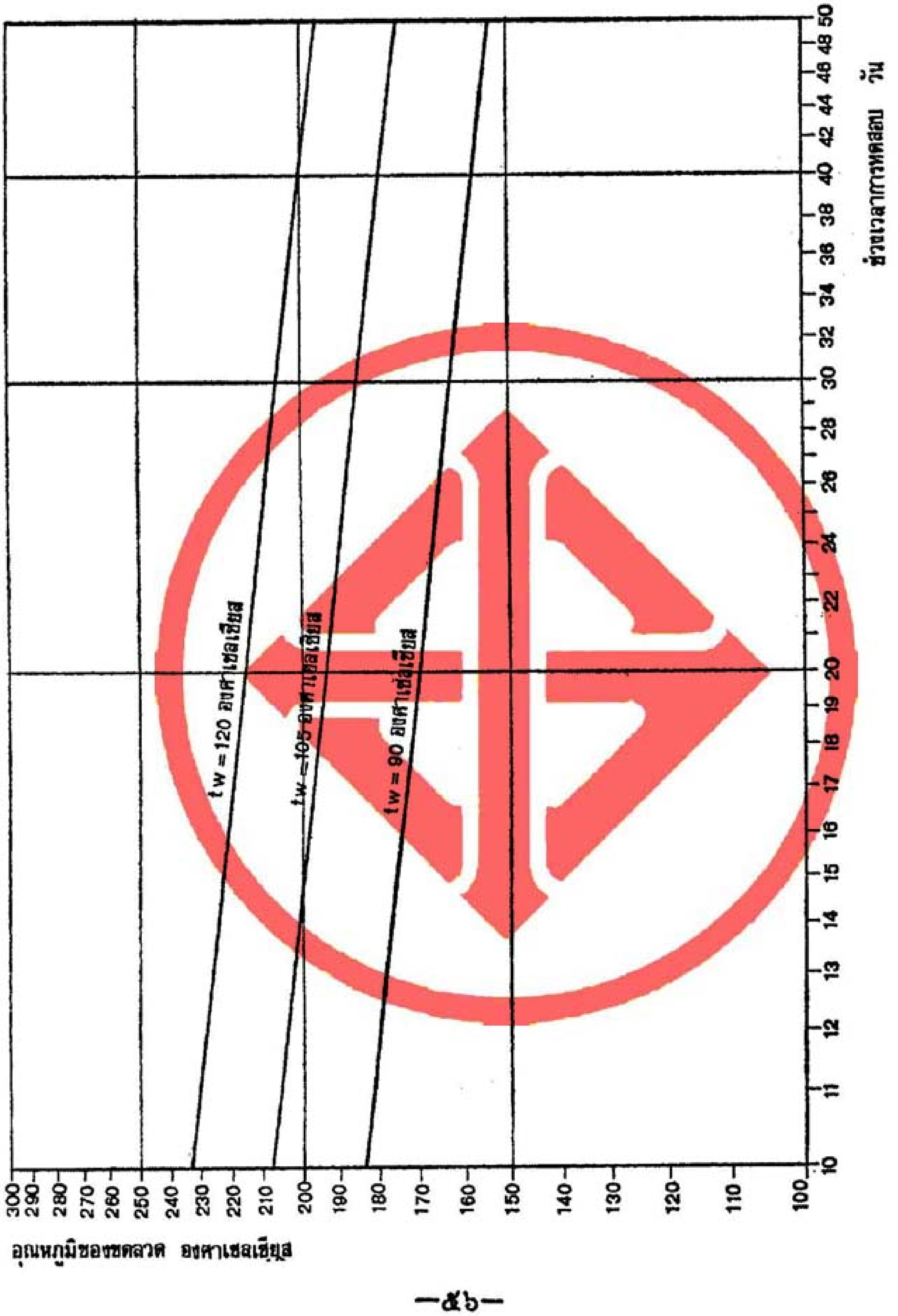
ผู้ทำหรือผู้สั่งทำ มีสิทธิ์จะเลือกการทดสอบแบบ 15 วัน หรือ 30 วัน แบบใดแบบหนึ่ง

เมื่อครบ 4 ชั่วโมงแล้ว อุณหภูมิของขดลวดต่าง ๆ ของแต่ละบัลลาสต์อาจหาได้จากวิธีเทียบความต้านทาน เครื่องควบคุมอุณหภูมิของตู้อบความร้อนอาจปรับแต่งใหม่เพื่อให้อุณหภูมิภายในตู้อบความร้อนใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ใช้ทดสอบมากที่สุด ใน

กรณีที่ใช้ตู้อบความร้อนตามรูปที่ 3 ต้องตรวจอุณหภูมิภายในตู้อบความร้อนเป็นประจำทุกวันเพื่อให้แน่ใจว่าตู้อบความร้อน มีอุณหภูมิสม่ำเสมอไม่เปลี่ยนแปลงเกิน ± 2 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ให้วัดอุณหภูมิของขดลวดอีกครั้งหนึ่ง แล้วหาช่วงเวลาการทดสอบที่แท้จริงจากกราฟรูปที่ 4 พิกัดของผลต่างระหว่างอุณหภูมิของขดลวดที่ร้อนที่สุดในบัลลาสต์ กับอุณหภูมิที่ใช้ทดสอบต้องเป็นดังนี้

การทดสอบแบบ 15 วัน ช่วงเวลาการทดสอบที่แท้จริงของแต่ละบัลลาสต์ ต้องไม่น้อยกว่า 10 วัน

การทดสอบแบบ 30 วัน ช่วงเวลาการทดสอบที่แท้จริงของแต่ละบัลลาสต์ ต้องไม่เกิน 50 วัน



รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของขดลวดกับช่วงเวลาการทดสอบ
(ข้อ 6.7)

6.8 ขีดจำกัดความร้อนของบัลลาสต์

ก่อนทดสอบ ให้ตรวจและวัดค่าต่อไปนี้

(1) วัดความต้านทานของขดลวดแต่ละขด ที่อุณหภูมิโดยรอบ

(2) ตรวจว่า บัลลาสต์จุดหลอดและทำให้หลอดติดสว่างอย่างสมบูรณ์ได้ตามปกติ

(3) วัดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าของบัลลาสต์ ในภาวะการทำงานตามปกติ ที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ในการทดสอบขีดจำกัดความร้อนของบัลลาสต์ ให้ใส่บัลลาสต์ตัวอย่างไว้ในตู้อบความร้อน ซึ่งควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 30 ± 2 องศาเซลเซียส

การทดสอบในภาวะผิดปกติ ให้เลือกใช้กรณีที่ให้ภาวะสุดโต่งของข้อ 2.24 (1) ถึงข้อ 2.24 (4) ส่วนภาวะผิดปกติตามข้อ 2.24 (5) ให้ทดสอบกับบัลลาสต์สำหรับหลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์ บัลลาสต์ที่ออกแบบให้ใช้กับหลอดได้หลายหลอด ให้ลัดวงจรที่สตาร์เตอร์ซึ่งทำให้เกิดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของบัลลาสต์มีค่าสูงที่สุด ส่วนหลอดอื่นยังคงติดสว่างได้ตามปกติ

6.8.1 บัลลาสต์ที่ไม่มีสัญลักษณ์ t_w

ให้ทดสอบบัลลาสต์ตัวอย่างทั้งในภาวะปกติและภาวะผิดปกติ โดยใช้แรงดันไฟฟ้า 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ตามความถี่ที่กำหนด และใช้หลอดที่เหมาะสม จนกระทั่งบัลลาสต์มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนมีค่าคงที่ วัดอุณหภูมิจริงของขดลวดแล้วหาอุณหภูมิเพิ่ม โดยหักค่าอุณหภูมิโดยรอบ ของบัลลาสต์ตัวอย่างจากค่าอุณหภูมิจริงของขดลวด

หลอดที่เหมาะสม ต้องมีกระแสผ่านหลอดแตกต่างจากกระแสผ่านหลอดอ้างอิง เมื่อใช้กับบัลลาสต์ตัวอย่างเดียวกันไม่เกินร้อยละ 2.5

การวัดอุณหภูมิของขดลวด ให้ใช้วิธีเทียบความต้านทาน การวัดอุณหภูมิที่ส่วนต่าง ๆ ของบัลลาสต์ ให้วัดโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล ส่วนการตรวจสอบขดลวดลัดวงจร ให้เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในบัลลาสต์ที่ภาวะปกติ โดยใช้แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ตามความถี่ที่กำหนด ก่อนและหลังการทดสอบนี้

การคำนวณหาอุณหภูมิของขดลวด โดยวิธีเปรียบเทียบความต้านทาน ให้ใช้สูตรดังนี้

$$t_2 = \frac{R_2}{R_1}(K + t_1) - K$$

เมื่อ t_2 คือ อุณหภูมิของขดลวดที่ต้องการ เป็นองศาเซลเซียส

R_2 คือ ความต้านทานของขดลวดที่วัดได้เมื่ออยู่ในสถานะคงที่แล้ว เป็นโอห์ม

t_1 คือ อุณหภูมิเริ่มต้นของขดลวด หรืออุณหภูมิโดยรอบขณะเริ่มต้นการทดสอบ เป็นองศาเซลเซียส

R_1 คือ ความต้านทานของขดลวดที่วัดได้ ขณะอุณหภูมิ t_1 องศาเซลเซียส เป็นโอห์ม

K คือ 234.5 สำหรับทองแดง และ 228.1 สำหรับอะลูมิเนียม

(1) การทดสอบในภาวะปกติ

ให้เอาบัลลาสต์ต่อกับหลอดเหมือนใช้งานตามปกติ และต้องจัดวางหลอดให้ห่างจากบัลลาสต์ เพื่อไม่ให้ความร้อนของหลอดไปรบกวนอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของบัลลาสต์

หมายเหตุ ถ้าเป็นบัลลาสต์ชนิดอิมพีแดนซ์ต่ออนุกรมกับหลอด การทดลองและการวัดอาจกระทำได้โดยไม่ต้องใช้หลอด แต่ต้องจัดทำให้กระแสผ่านบัลลาสต์ มีค่าเท่ากับกระแสเมื่อบัลลาสต์ทำงานในภาวะปกติที่แรงดันไฟฟ้า 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

(2) การทดสอบในภาวะผิดปกติ

ให้ใช้ความต้านทานสมมูลของไส้หลอด ตามที่กำหนดในตารางที่ 11 หรือตารางที่ 11 ก. หรือตารางที่ 11 ข. แทนที่ไส้หลอดตามแต่ชนิดและกำลังไฟฟ้าของไส้หลอด

ตารางที่ 11
ความต้านทานสมมูลของไส้หลอด สำหรับหลอดที่ต้องใช้สตาร์เตอร์
(ข้อ 6.8.1 และข้อ 7.3.1)

กำลังไฟฟ้าที่กำหนดของหลอด วัตต์	ความต้านทานสมมูลของไส้หลอดทั้งสองไส้ โอห์ม
13	120
20	50
30 (T8)	50
32	50
40	40
65	25
80	25
85	25
90	10
125	25

ตารางที่ 11 ก.
ความต้านทานสมมูลของไส้หลอดความต้านทานต่ำ สำหรับหลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์

(ข้อ 3.19.2, ข้อ 6.8.1, ข้อ 7.2.2, ข้อ 7.3.2 และข้อ 7.7)

กำลังไฟฟ้าที่กำหนดของหลอด วัตต์	ความต้านทานสมมูลของไส้หลอดแต่ละไส้ โอห์ม
20	10
40	10
65	6
85	3.2
215	3.2

ตารางที่ 11 ข.
ความต้านทานสมมูลของไส้หลอดความต้านทานสูง สำหรับหลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์

(ข้อ 3.19.2, ข้อ 6.8.1, ข้อ 7.2.2, ข้อ 7.3.2 และข้อ 7.7)

กำลังไฟฟ้าที่กำหนดของหลอด วัตต์	ความต้านทานสมมูลของไส้หลอดแต่ละไส้ โอห์ม
20	27
40	20
80	12
85	12
125	12

6.8.2 บัลลาสต์ที่มีสัญลักษณ์ t_w หรือบัลลาสต์ที่มีสัญลักษณ์ t_w และ $\triangle t$

ให้ทดสอบบัลลาสต์ตัวอย่างเช่นเดียวกับบัลลาสต์ชนิดที่ไม่แจ้งอุณหภูมิใช้งานสูงสุดของขดลวดเว้นแต่ที่กำหนดดังต่อไปนี้

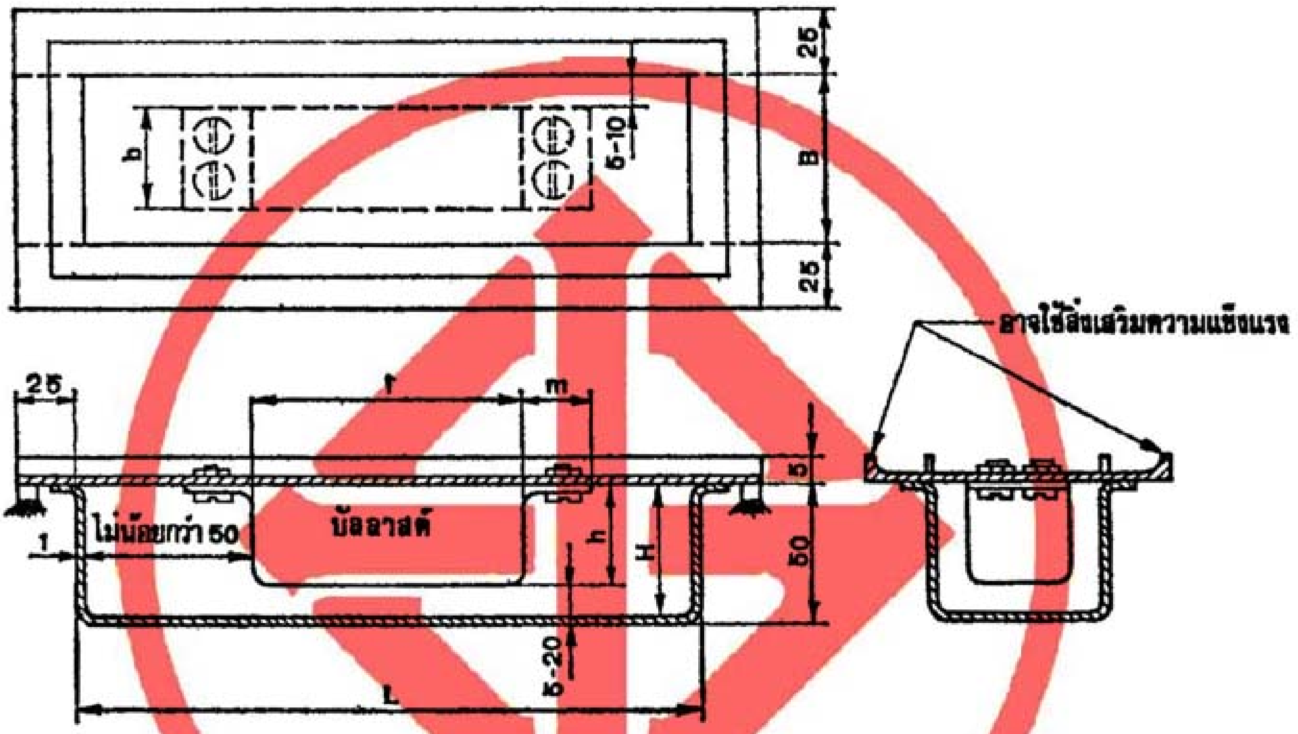
6.8.2.1 บัลลาสต์ที่มีสัญลักษณ์ t_w

ให้เริ่มด้วยแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของบัลลาสต์ตัวอย่าง จนกระทั่งบัลลาสต์ตัวอย่างมีอุณหภูมิคงที่ แล้ววัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขดลวด หลังจากนั้นให้เพิ่มแรงดันไฟฟ้าของตัวจ่ายจนเป็น 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดเพื่อตรวจอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ส่วนต่าง ๆ ของบัลลาสต์ การทดสอบในภาวะผิดปกติ ให้ใช้แรงดันไฟฟ้า 1.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดอย่างเดียว

6.8.2.2 บัลลาสต์ที่มีสัญลักษณ์ t_w และ $\triangle t$

นอกจากให้ทดสอบเช่นเดียวกับบัลลาสต์ในข้อ 6.8.2.1 ข้างต้นแล้ว ให้ทดสอบบัลลาสต์ตัวอย่างในภาวะปกติ ใช้แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดโดยยึดไว้ในกล่องทดสอบตามรูปที่ 5 ถ้าฐานของบัลลาสต์เป็นแผ่นโลหะ ให้ยึดบัลลาสต์กับกล่องทดสอบโดยใช้แผ่นแทรกที่เป็นโลหะหนา 2 มิลลิเมตร กว้างเท่ากับความกว้างของบัลลาสต์และยาวเท่ากับ m + 10 มิลลิเมตร (ดูจากรูปที่ 5)

แผ่นแทรกนี้ควรให้ล้ำเข้าไปใต้ฐานบัลลาสต์ 10 มิลลิเมตร และให้ยึดบัลลาสต์ทุกตำแหน่งที่ทำไว้



รูปที่ 5
กล่องทดสอบขีดจำกัดความร้อนของบัลลาสต์
(ข้อ 6.8.2.2)

6.9 หมุดเกลียวและแป้นเกลียว

ให้ทดสอบโดยการตรวจด้วยตา ส่วนหมุดเกลียวและแป้นเกลียวที่ใช้สำหรับทำให้เกิดแรงกดของการสัมผัส และใช้ในการติดตั้งหรือต่อบัลลาสต์ด้วยหมุดเกลียว ให้ทดสอบดังนี้

(1) ขันและคลายหมุดเกลียว หรือแป้นเกลียว ดังนี้

10 ครั้ง สำหรับหมุดเกลียวที่ขันเข้าในรูเกลียวที่เป็นวัสดุฉนวน

5 ครั้ง สำหรับแป้นเกลียว และหมุดเกลียวอื่น ๆ

(2) การขันและคลายหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวแต่ละครั้งต้องขันให้แน่นและคลายให้หลุดจากกัน

(3) หมุดเกลียวและแป้นเกลียวของขั้วต่อสายภายนอก ให้ต่อสายไฟฟ้าซึ่งมีลวดตัวนำเส้นเดียว และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดใหญ่ที่สุดที่กำหนดในข้อ 3.5.1 แล้วใช้ไขควงหรือเครื่องมือที่เหมาะสมขันด้วยแรงบิดตามที่กำหนดในตารางที่ 12 ในการคลายหมุดเกลียวหรือแป้นเกลียวทุกครั้ง ให้ปลดสายไฟฟ้าออกด้วย

สดมภ์ที่ 2 ใช้กับหมุดเกลียวชนิดไม่มีหัว (หมายถึงหมุดเกลียวที่ขันเต็มที่แล้ว ไม่มีส่วนยื่นออกมาจากรูเกลียว)

สดมภ์ที่ 3 ใช้กับหมุดเกลียวอื่น ๆ หรือแป้นเกลียว

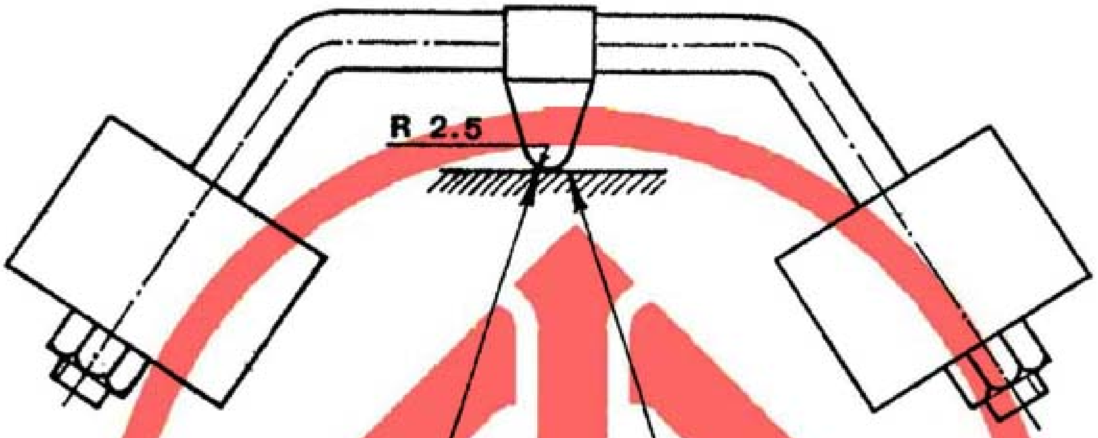
ตารางที่ 12 แรงบิด

(ข้อ 6.9)

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุของหมุดเกลียว มิลลิเมตร	แรงบิด นิวตันเมตร	
	หมุดเกลียวชนิดไม่มีหัว	หมุดเกลียวอื่นๆ หรือแป้นเกลียว
ไม่เกิน 2.8	0.2	0.4
เกิน 2.8 แต่ไม่เกิน 3.0	0.25	0.5
เกิน 3.0 แต่ไม่เกิน 3.2	0.3	0.6
เกิน 3.2 แต่ไม่เกิน 3.6	0.4	0.8
เกิน 3.6 แต่ไม่เกิน 4.1	0.7	1.2
เกิน 4.1 แต่ไม่เกิน 4.7	0.8	1.8
เกิน 4.7 แต่ไม่เกิน 5.3	0.8	2.0
เกิน 5.3 แต่ไม่เกิน 6.0	–	2.5

6.10 ความต้านทานต่อความร้อน

ให้ทดสอบเปลือกนอกและส่วนอื่น ๆ ภายนอก ที่เป็นวัสดุฉนวน ด้วยเครื่องมือทดสอบแบบกดด้วยลูกกลม (**ball pressure apparatus**) ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างเครื่องมือทดสอบแบบกดด้วยลูกกลม
(ข้อ 6.10)

ผิวของส่วนที่จะทดสอบต้องอยู่ในแนวระดับ แล้วใช้ลูกกลมเหล็กกล้าเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร กดบนผิวของส่วนที่จะทดสอบนั้นด้วยแรงกด 20 นิวตัน โดยให้ทดสอบในตู้อบความร้อนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของส่วนต่าง ๆ ที่กำหนดในตารางที่ 2 อีก 50 ± 5 องศาเซลเซียส แต่ในการทดสอบส่วนที่ยึดส่วนที่มีไฟฟ้า ถ้าอุณหภูมิดังกล่าวมีค่าน้อยกว่า 125 องศาเซลเซียส ก็ให้ทดสอบที่อุณหภูมิในตู้อบความร้อนเป็น 125 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 1 ชั่วโมงแล้วให้เอาลูกกลมเหล็กออกแล้ววัดเส้นผ่านศูนย์กลางของผิวที่ถูกกด

6.11 รอยแตกร้าวเนื่องจากการผุกร่อนของทองแดง

ให้ทำความสะอาดผิวภายนอกของชิ้นส่วนตัวอย่าง ถ้ามีน้ำมันวาร์-นิชให้ใช้อะซีโตน ถ้ามีจารบีหรือรอยนิ้วมือให้ใช้ปิโตรเลียม-สปีริต หลังจากนั้นให้นำชิ้นส่วนตัวอย่างไปจุ่มในสารละลายอิ่ม-ตัวของเมอร์คุริกคลอไรด์ ($HgCl_2$) ในน้ำที่อุณหภูมิ 20 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้น้ำไหลชะล้าง หลังจากนั้นทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วให้ตรวจรอยแตกร้าว

7. การวัด

7.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ข้อกำหนดทั่วไปในการวัด ให้เป็นไปตามข้อ 6.1 สมรรถนะที่มิได้กำหนดวิธีวัดไว้โดยเฉพาะให้วัดด้วยเครื่องวัดและด้วยวิธีที่เหมาะสม

เพื่อป้องกันอิทธิพลจากสารแม่เหล็ก ต้องไม่ให้วัตถุที่เป็นสารแม่เหล็กอยู่ห่างจากผิวใด ๆ ของบัลลาสต์อ้างอิงหรือบัลลาสต์ตัวอย่างในระยะ 25 มิลลิเมตร เว้นแต่ที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

7.2 แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอดหรือขั้วสตาร์เตอร์ขณะวงจรเปิด

7.2.1 หลอดที่ต้องใช้สตาร์เตอร์

การวัดแรงดันไฟฟ้าตามสดมภ์ที่ 3 และสดมภ์ที่ 4 ของตา-รางที่ 4 ให้ถอดสตาร์เตอร์ออกทุกตัว

7.2.2 หลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์

การวัดแรงดันไฟฟ้าตามสดมภ์ที่ 3 และสดมภ์ที่ 4 ของตาราง ที่ 5 หรือตารางที่ 6 ให้ใช้ความต้านทานสมมูลตามที่กำหนด

ในตารางที่ 11 ก. หรือตารางที่ 11 ข. แทนที่ไส้หลอดให้ครบทุกไส้ ทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นกรณีบัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดเดียวหรือหลายหลอดโดยต่อวงจรขนานก็ตาม

การวัด ให้วัดแรงดันไฟฟ้าดังกล่าวอย่างละ 4 ครั้ง และถือค่าสูงสุดเป็นผลของการวัด

7.3 การเผาไส้

7.3.1 หลอดที่ต้องใช้สตาร์เตอร์

การวัดกระแสเผาไส้ตามที่กำหนดในข้อ 3.19.1 ให้ใช้ความต้านทานสมมูลที่มีค่าตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 11 แทนที่ไส้หลอดทั้งสองไส้

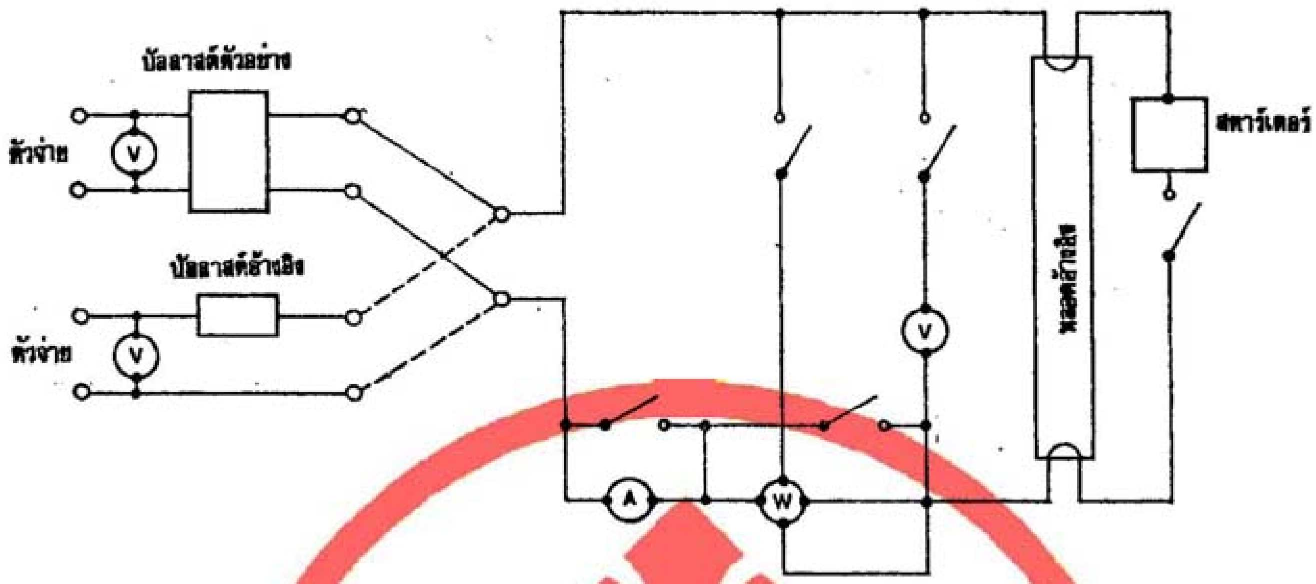
7.3.2 หลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์

การวัดแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการเผาไส้ ตามที่กำหนดในข้อ 3.19.2 ให้ใช้ความต้านทานสมมูลตามที่กำหนดในตารางที่ 11 ก. หรือตารางที่ 11 ข. แทนที่ไส้หลอดแต่ละไส้ โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าร้อยละ 90 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ตามความถี่ที่กำหนดแล้ววัดค่าแรงดันไฟฟ้าของความต้านทานสมมูลนั้น

7.4 กำลังไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์จ่ายให้แก่หลอด

7.4.1 หลอดที่ต้องใช้สตาร์เตอร์

วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดค่ากำลังไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์จ่ายให้แก่หลอด ได้แสดงดังในรูปที่ 7



รูปที่ 7 วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดกำลังไฟฟ้าและกระแส
ไฟฟ้าที่บัลลาสต์จ่ายให้แก่หลอดที่ต้องใช้สตาร์ตเตอร์
(ข้อ 7.4.1)

ในขณะวัดค่า ต้องตัดอุปกรณ์ที่ใช้ในการจุดหลอดออกจากวงจร ในวงจรหลอดต้องไม่มีวงจรศักดาต่อคร่อมวงจรสตาร์ตเตอร์ ในขณะวัดแรงดันไฟฟ้าของหลอด ต้องตัดวงจรศักดาของวัตต์มิเตอร์ออก

ในขณะวัดกำลังไฟฟ้าของหลอด ต้องตัดวงจรโวลต์มิเตอร์ออก และไม่ต้องคำนึงถึงกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในวัตต์มิเตอร์ (โดยปกติการวัดให้ต่อวัตต์มิเตอร์ตามวงจรตัวอย่าง รูปที่ 7) เพื่อลดช่วงเวลาที่ทำให้หลอดมีเสถียรภาพใหม่ในการย้ายจาก

วงจรของบัลลาสต์หนึ่ง มาสู่วงจรของอีกบัลลาสต์หนึ่ง ควรใช้เวลาน้อยที่สุด โดยไม่ทำให้การต่อวงจรของขั้วหลอดอ้างอิงเปลี่ยนแปลง

7.4.2 หลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์

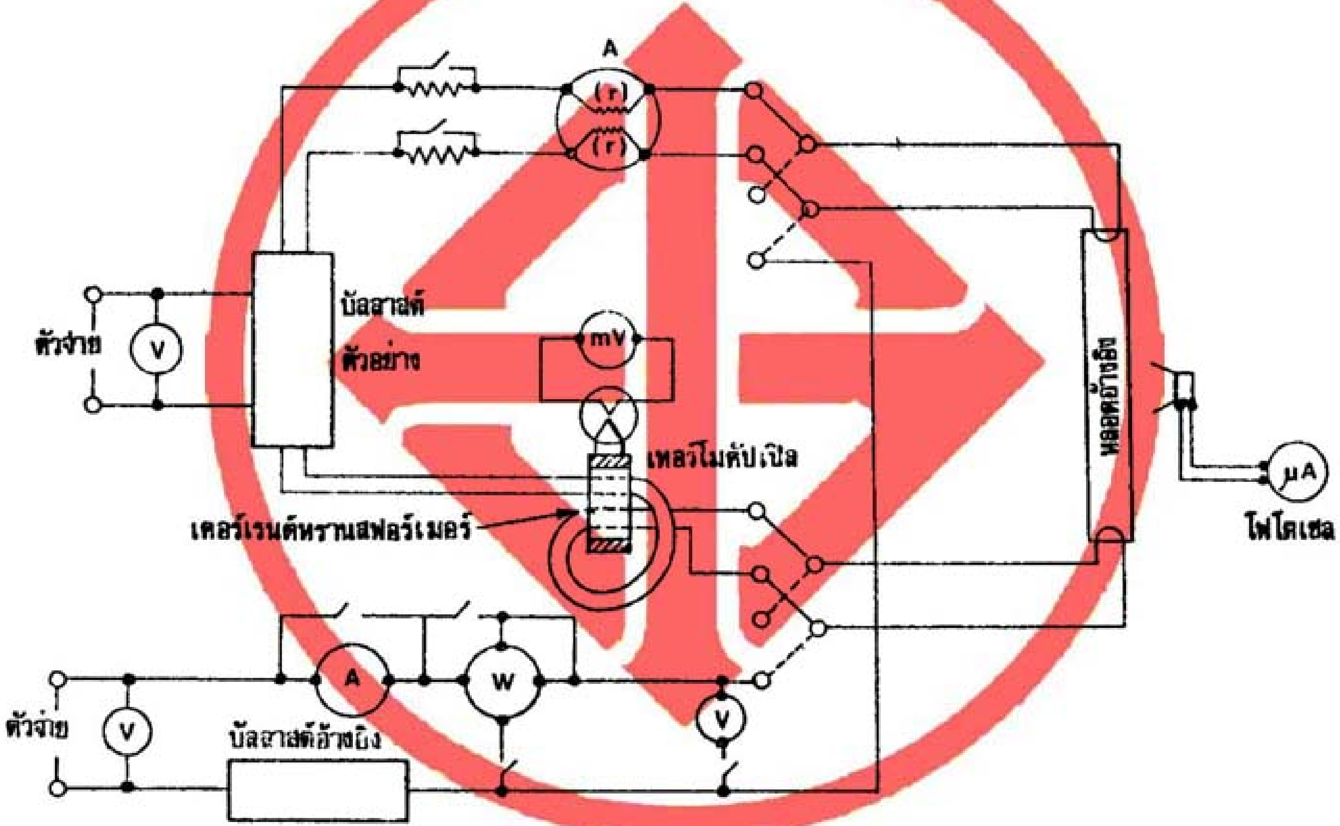
วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดค่ากำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์จ่ายให้แก่หลอด ได้แสดงในรูปที่ 8 ประกอบด้วยสิ่งจำเป็นดังนี้

7.4.2.1 สวิตช์ ควรเป็นแบบที่สามารถเปลี่ยนวงจรให้ต่อหลอดอ้างอิงเข้ากับบัลลาสต์ตัวอย่างหรือบัลลาสต์อ้างอิง หรือกลับกันได้อย่างฉับพลัน

7.4.2.2 วิธีวัดกระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์จ่ายให้แก่หลอด ในวงจรหลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์นั้น โดยทั่วๆ ไปไม่สามารถวัดกระแสผ่านหลอดโดยตรงจากสายเส้นใดเส้นหนึ่งที่ต่อกับหลอดได้ ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้เคอร์เรนต์ทรานสฟอร์เมอร์ชนิดที่ใช้กับเครื่องวัด ซึ่งขดลวดทุติยภูมิต่อกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสม เช่น เทอร์โมคัปเปิลที่ต่อกับมิลลิโวลต์มิเตอร์ นำสายทั้งสองเส้นที่ต่อไปยังขั้วหลอดปลายเดียวกันพันรอบแกน หรือร้อยผ่านช่องของเคอร์เรนต์ทรานสฟอร์เมอร์ ค่าที่วัดได้เป็นผลรวมทางเวกเตอร์ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในสายทั้งสองเส้นซึ่งเท่ากับกระแสผ่านหลอด

7.4.2.3 วิธีวัดฟลักซ์การส่องสว่างของหลอด มีความประสงค์จะทราบค่าเปรียบเทียบเท่านั้น จึงไม่จำเป็นต้องวางหลอดไว้

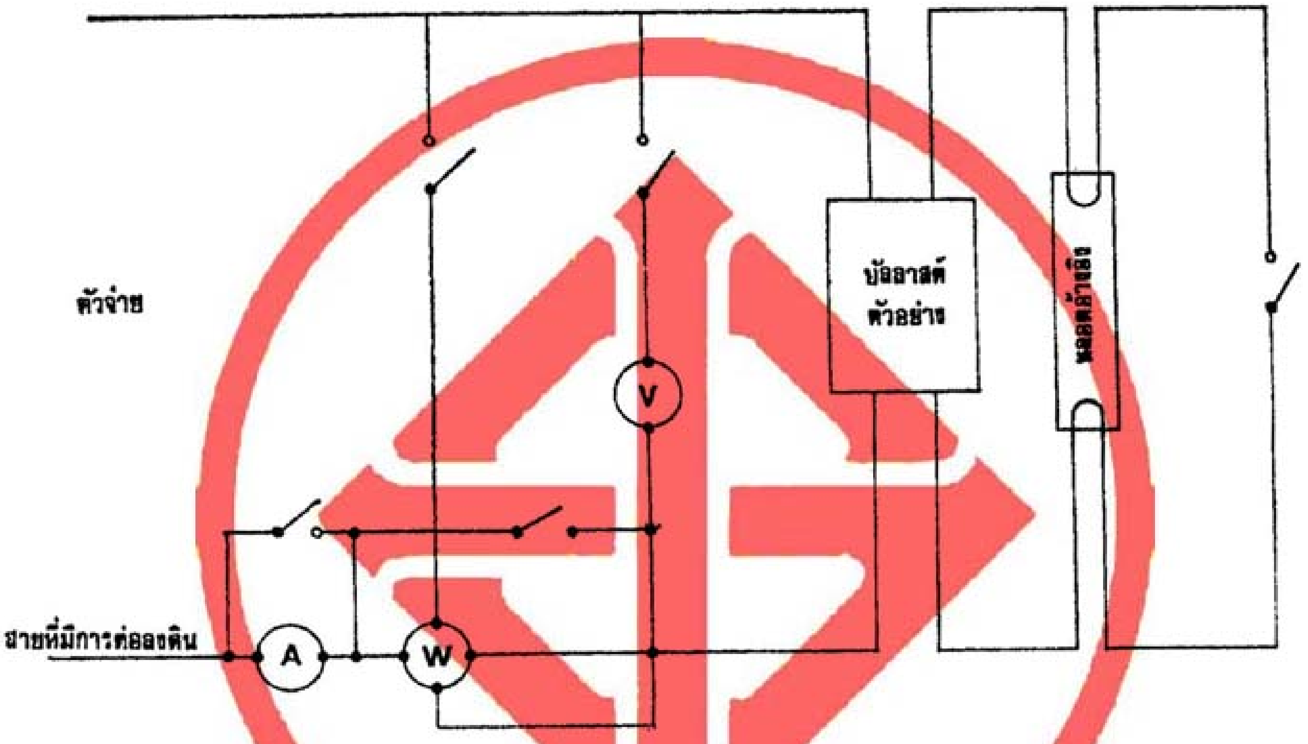
ภายในเครื่องอินติเกรติงเสฟียร์ (integrating sphere) ควรใช้เครื่องวัดแสงซึ่งวางไว้ห่างจากหลอดตามระยะที่เหมาะสม และจัดให้อยู่ตรงส่วนกลางและหันเข้าหาหลอด ต้องมีการป้องกันแสงอื่น ๆ และต้องรักษาระยะระหว่างหลอดกับเครื่องวัดแสงให้คงที่ตลอดการทดสอบ



รูปที่ 8 วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดกำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า
ที่บัลลาสต์จ่ายให้แก่หลอดที่ต้อง ใช้สตาร์เตอร์
(ข้อ 7.4.2)

7.5 เพาเวอร์แฟกเตอร์เบ็ดเสร็จ

วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์เบ็ดเสร็จ ได้แสดงใน รูปที่ 9



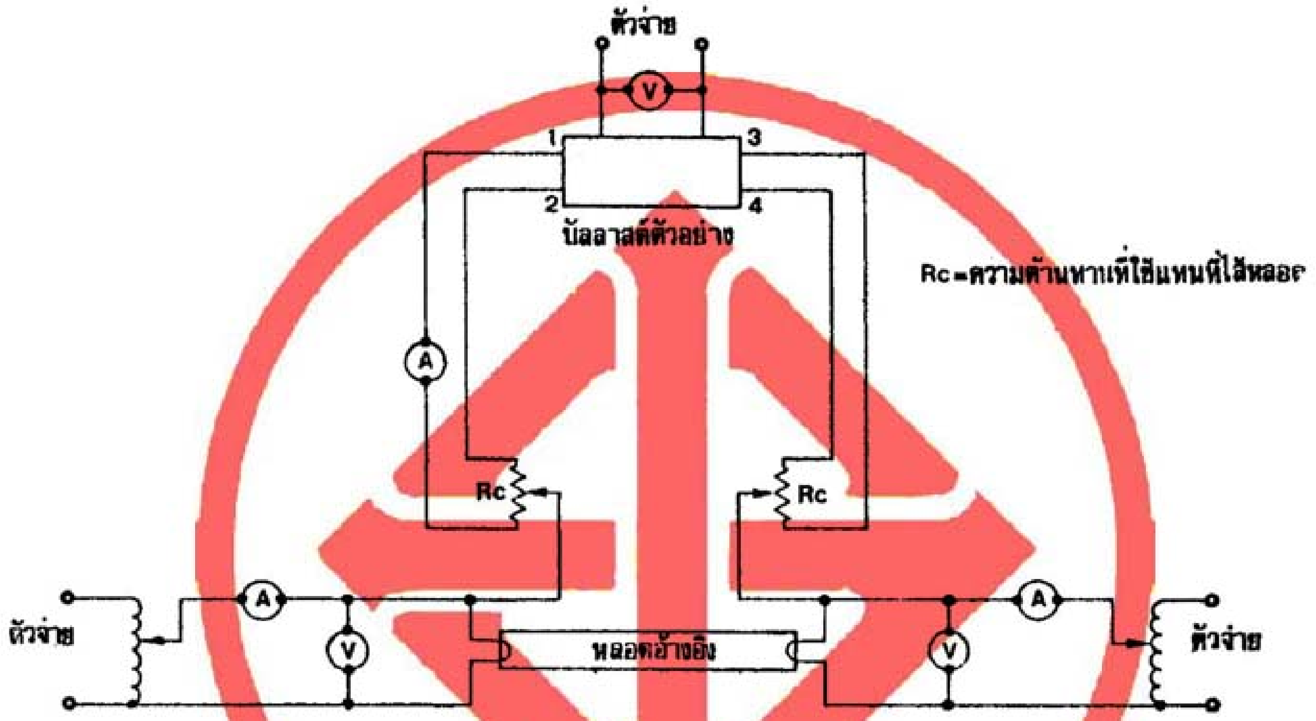
รูปที่ 9 วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดเพาเวอร์แฟกเตอร์เบ็ดเสร็จ
(ข้อ 7.5)

7.6 กระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์รับจากตัวจ่าย

ให้วัดกระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์รับจากตัวจ่าย โดยใช้วงจรตัวอย่าง ตามรูปที่ 11 หรือรูปที่ 12 แล้วแต่กรณี

7.7 กระแสไฟฟ้าสูงสุดในสายใด ๆ ที่ต่อไปยังไส้หลอด

วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าสูงสุดในสายใด ๆ ที่ต่อไปยังไส้หลอด ได้แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าสูงสุด
ในสายใด ๆ ที่ต่อไปยังไส้หลอด
(ข้อ 7.7)

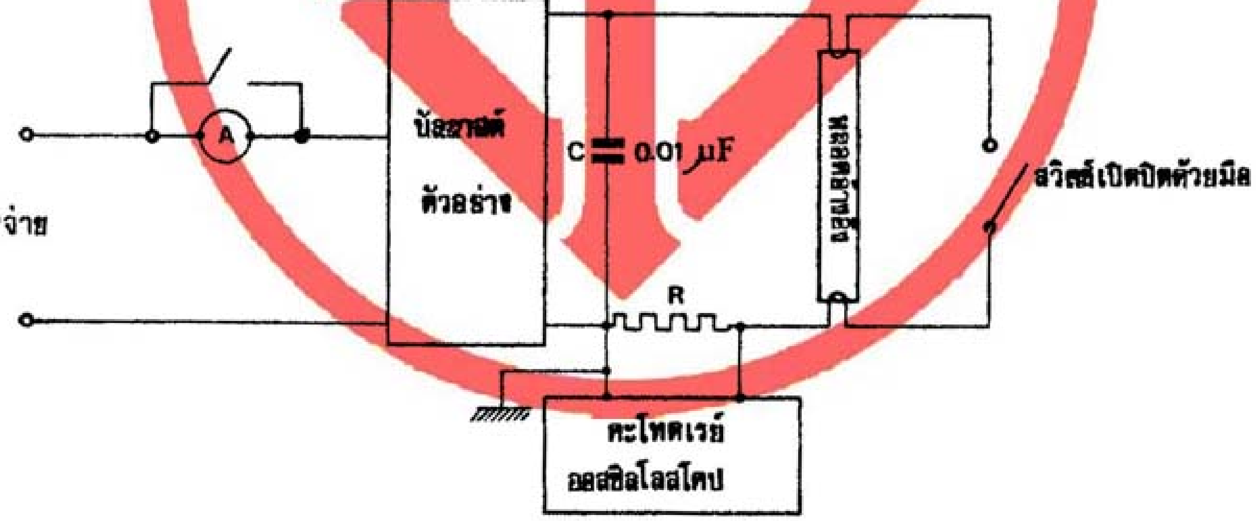
วงจรนี้ใช้ตรวจการทำงานตามปกติของบัลลาสต์ในขณะที่หลอดมีเสถียรภาพ เพื่อให้การทำงานของบัลลาสต์ตัวอย่างและหลอดไฟฟ้าอ้างอิงเป็นอิสระ จึงใช้ความต้านทานสมมูลซึ่งมีค่าตามที่

กำหนดไว้ในตารางที่ 11 ก. หรือตารางที่ 11 ข. แทนที่ไส้หลอดทั้งสองไส้และต่อวงจรที่จุดกึ่งกลางของความต้านทาน (R_c) เพื่อให้เป็นที่แน่ใจว่าบัลลาสต์ทำงานตามภาวะปกติ การเผาไส้หลอดอ้างอิงให้ใช้วงจรอิสระซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่บัลลาสต์ตัวอย่างจ่ายให้กับหลอด เมื่อบัลลาสต์ตัวอย่างใช้แรงดันไฟฟ้าทดสอบ แล้ววัดกระแสไฟฟ้าในสายทั้งสี่เส้นคือ สายหมายเลข 1 หมายเลข 2 หมายเลข 3 และหมายเลข 4

7.8 ลักษณะคลื่นของกระแสผ่านหลอด

7.8.1 หลอดที่ต้องใช้สตาร์เตอร์

วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดลักษณะคลื่นของกระแสผ่านหลอด ตามที่กำหนดในข้อ 3.24 ได้แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดลักษณะคลื่นของกระแสผ่านหลอด
(ข้อ 7.6 และข้อ 7.8.1)

การวัดค่าพีกของกระแสผ่านหลอด วัดได้โดยใช้ความต้านทาน **R** ที่ต่ออนุกรมในสายที่มีการต่อลงดิน และใช้คะโทดเรย์ออสซิล-โลสโคป ที่สอบเทียบแล้ว

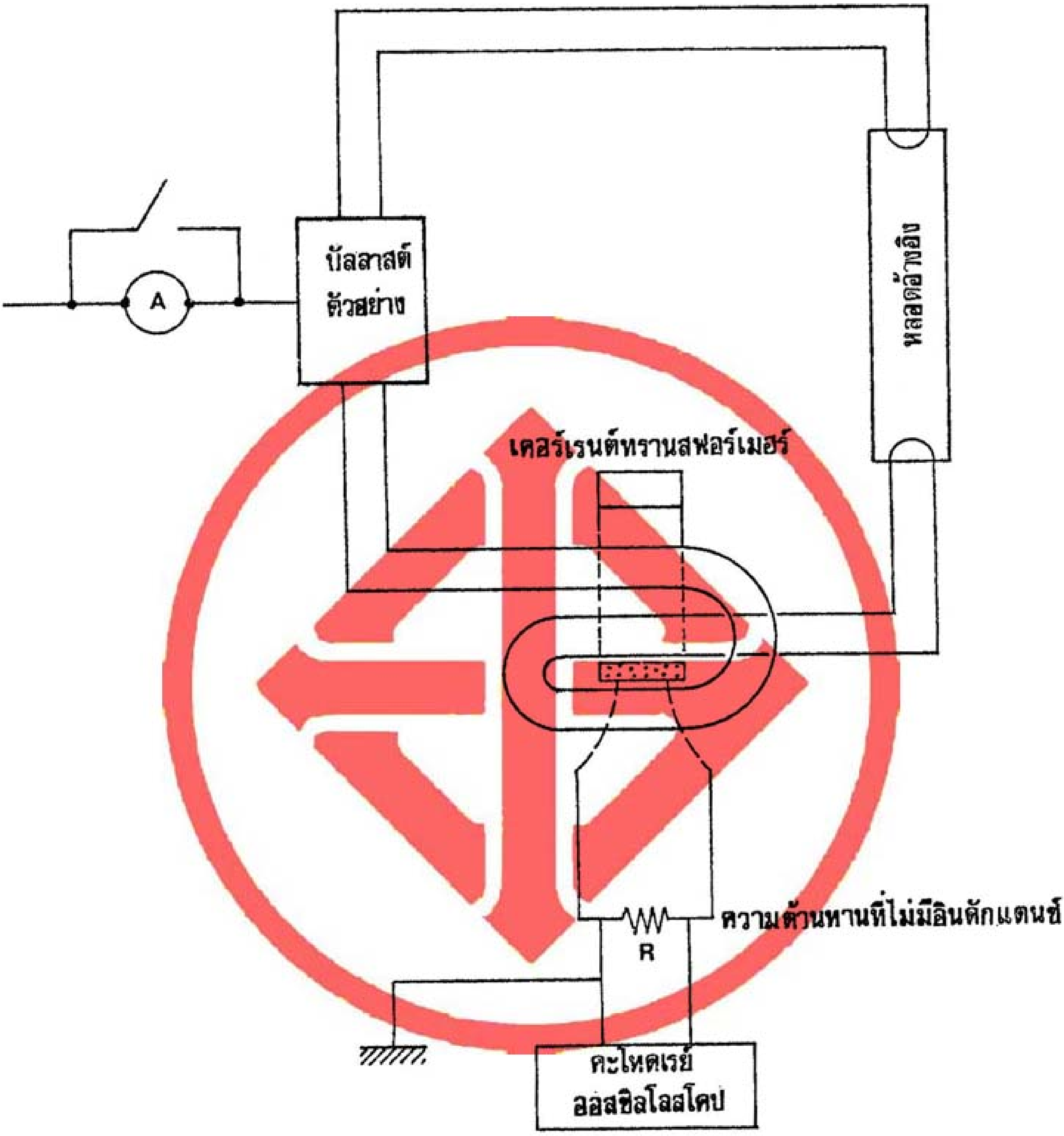
ความต้านทาน **R** ที่นำมาเพิ่มในวงจร ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 6.1.6

ในการวัดค่าแต่ละครั้ง ความต้านทานที่ไม่ใช้ให้ต่อลัดวงจร เครื่องวัดที่ไม่ใช้ให้ปลดออกก่อน และใช้คะแปซิเตอร์ที่มีความจุ 0.01 ไมโครฟารัดแทนคะแปซิเตอร์ในสตาร์เตอร์

ในการทดสอบทุกครั้ง ต้องแน่ใจว่าตัวจ่ายมีอิมพีแดนซ์ต่ำเพียงพอเมื่อมีความถี่หลายความถี่ปะปนอยู่

7.8.2 หลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์

วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดลักษณะคลื่นของกระแสผ่านหลอดตามที่กำหนดในข้อ 3.24 ได้แสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดลักษณะคลื่นของกระแสผ่านหลอด
สำหรับหลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์
(ข้อ 7.6 และข้อ 7.8.2)

การวัดลักษณะคลื่นหรือค่าพีกของกระแสผ่านหลอด อาจใช้เคอร์เรนต์ทรานสฟอร์เมอร์ดังที่ได้กำหนดในข้อ 7.4.2.2 โดยใช้ตัวต้านทานที่ไม่มีอินดักแตนซ์ (**non-inductive resistor**) ต่อกับขดลวดทุติยภูมิของเคอร์เรนต์ทรานสฟอร์เมอร์ ทั้งนี้อิมพีแดนซ์สะท้อนกลับ (**reflected impedance**) ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 6.1.6 และให้ต่อกะโทดเรย์ออสซิลโลสโคปคร่อมความต้านทานดังกล่าว

7.9 การป้องกันอิทธิพลจากสารแม่เหล็ก

ให้ทดสอบบัลลาสต์ที่ต่อกับหลอดและใช้งานตามปกติ โดยการเคลื่อนแผ่นเหล็กกล้าเข้าใกล้ด้านต่าง ๆ ของบัลลาสต์ทีละด้าน ให้ห่างจากผิวประมาณ 1 มิลลิเมตร นอกจากผิวของด้านที่ใช้ยึดบัลลาสต์ ซึ่งต้องให้แผ่นเหล็กกล้าสัมผัสกับบัลลาสต์ แผ่นเหล็กกล้าดังกล่าวนี้ ให้มีความหนา 1 มิลลิเมตร และมีความยาวและความกว้างมากกว่าของบัลลาสต์ตัวอย่าง

ในขณะทดสอบนี้ วัดกระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์รับจากตัวจ่าย เมื่อใช้แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดตามความถี่ที่กำหนด

ผนวก ก.
บัลลาสต์อ้างอิง
(ข้อ 2.2)

ก.1 การทำเครื่องหมาย

อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือสัญลักษณ์แสดงข้อความต่อไปนี้ให้เห็นอย่างชัดเจนมีความคงทนและไม่เลอะเลือนได้ง่ายอยู่ที่บัลลาสต์อ้างอิง

(1) คำว่า "บัลลาสต์อ้างอิง" หรือ "**reference ballast**"

(2) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าหรือผู้สั่งทำ

(3) หมายเลขลำดับ (**serial number**)

(4) กำลังไฟฟ้าที่กำหนดของหลอดและกระแสอบเทียบ

(5) แรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่กำหนดของตัวจ่าย

ก.2 การออกแบบ

ก.2.1 การออกแบบทั่วไป

บัลลาสต์อ้างอิง หมายถึง ขดลวดประเภทเหนี่ยวนำตนเองและอาจใช้ตัวต้านทานประกอบด้วยหรือไม่ก็ได้ ออกแบบเพื่อให้มีคุณลักษณะตามข้อ ก.3 บัลลาสต์อ้างอิงต้องใช้ร่วมกับสตาร์เตอร์เสมอโดยไม่คำนึงถึงแบบของหลอด

ก.2.2 การป้องกัน

บัลลาสต์อ้างอิงต้องมีสิ่งป้องกันอิทธิพลจากสารแม่เหล็กที่เหมาะสม โดยให้อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าต่อกระแสอบเทียบเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกินร้อยละ 0.2 เมื่อทดสอบตามข้อ

ก.4.3 ในสภาพสมมาตรทางเรขาคณิต (geometric symmetry) นอกจากนั้นต้องมีการป้องกันความเสียหายทางกลด้วย สิ่งป้องกันดังกล่าวอาจทำด้วยกล่องเหล็ก

ก.3 คุณลักษณะทางไฟฟ้าและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

ก.3.1 แรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่กำหนดของตัวจ่าย

แรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่กำหนดของบัลลาสต์อ้างอิงให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ ก.1 หรือตารางที่ ก.2

ก.3.2 อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าต่อกระแสไฟฟ้า

อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าต่อกระแสไฟฟ้า ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ ก.1 หรือตารางที่ ก.2 โดยยอมให้คลาดเคลื่อนได้ดังนี้

(1) ร้อยละ ± 0.5 ที่กระแสสอบเทียบ

(2) ร้อยละ ± 3 ที่กระแสไฟฟ้าตั้งแต่ร้อยละ 50 ถึงร้อยละ 115 ของกระแสสอบเทียบ

ก.3.3 เพาเวอร์แฟกเตอร์

เพาเวอร์แฟกเตอร์วัดที่กระแสสอบเทียบ ต้องเป็นไปตามค่าที่กำหนดในตารางที่ ก.1 หรือตารางที่ ก.2 โดยยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 0.005

ตารางที่ ก. 1 แบบของหลอดและคุณลักษณะของบัลลาสต์อ้างอิง ความถี่ 50 เฮิรตซ์

(ข้อ ก.3.1, ข้อ ก.3.2 และข้อ ก.3.3)

กำลังไฟฟ้าที่กำหนดของหลอด วัตต์	คุณลักษณะของบัลลาสต์อ้างอิง			
	แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด โวลต์	กระแสสอบเทียบ อัมแปร์	อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าต่อกระแสไฟฟ้า โอห์ม	เพาเวอร์แฟกเตอร์
13	220	0.165	1 070	0.12
20	127	0.37	270	0.12
30 (T 8)	220	0.36	480	0.10
32	220	0.45	415	0.10
40	220	0.43	390	0.10
65	220	0.67	240	0.10
80	240	0.865	223	0.06
85 (1)	240	0.865	223	0.06
85 (2)	350	0.55	480	0.06
125	350	0.94	300	0.06

หมายเหตุ (1) ไส้หลอดความต้านทานสูง
(2) ไส้หลอดความต้านทานต่ำ

ตารางที่ ก. 2 แบบของหลอดและคุณลักษณะของบัลลาสต์อ้างอิง ความถี่ 60 แฮร์ตซ์

(ข้อ ก.3.1, ข้อ ก.3.2 และข้อ ก.3.3)

กำลังไฟฟ้าที่กำหนดของหลอด วัตต์	คุณลักษณะของบัลลาสต์อ้างอิง			
	แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด โวลต์	กระแสสอบเทียบ อัมแปร์	อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าต่อกระแสไฟฟ้า โอห์ม	เพาเวอร์แฟกเตอร์
13	236	0.165	1 200	0.075
20	118	0.38	240	0.075
30 (T 8)	236	0.355	548	0.075
40	236	0.43	439	0.075
90	150	1.5	78.5	0.075
215	400	1.5	215	–

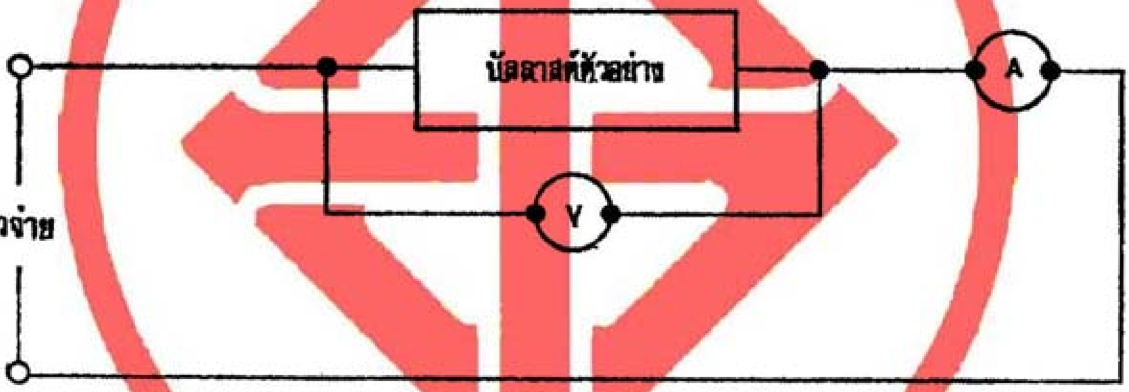
ก.3.4 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

เมื่อใช้กระแสสอบเทียบตามความถี่ที่กำหนด บัลลาสต์อ้างอิงที่ใช้งานในที่ซึ่งมีอุณหภูมิโดยรอบระหว่าง 20 ถึง 27 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของขดลวดที่สถานะคงที่ต้องไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส การวัดอุณหภูมินี้ให้วัดโดยวิธีเทียบความต้านทาน

ก.4 การวัดค่าต่าง ๆ ของบัลลาสต์อ้างอิง

ก.4.1 การวัดอัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าต่อกระแสไฟฟ้า

วงจรตัวอย่างที่ใช้วัด อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าต่อกระแสไฟฟ้าได้แสดงดังในรูปที่ ก.1



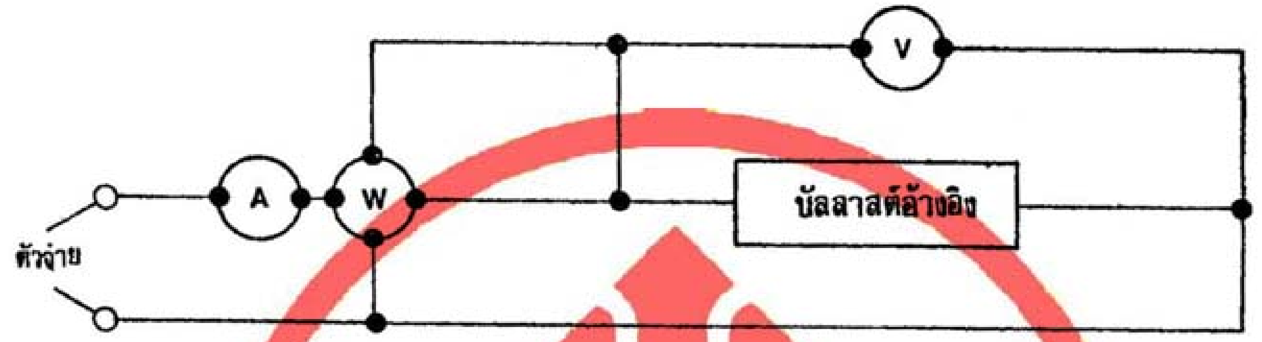
รูปที่ ก. 1 วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดอัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าต่อกระแสไฟฟ้า (ข้อ ก.4.1)

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโวลต์มิเตอร์น้อยมากจนไม่ต้องคำนึงถึง เมื่อโวลต์มิเตอร์เป็นไปตามข้อ 6.1.6.1 ถ้าความถี่ไม่เป็นไปตามค่าที่กำหนด (f_n) ให้แก้ค่าที่วัดได้โดยใช้สูตร

$$\text{แรงดันไฟฟ้าที่ความถี่ } f_n = \text{แรงดันไฟฟ้าที่ความถี่ } f \times \frac{f_n}{f}$$

ก.4.2 การวัดเพาเวอร์แฟกเตอร์

วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ได้แสดงดังในรูปที่ ก. 2



รูปที่ ก. 2 วงจรตัวอย่างที่ใช้วัดค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์
(ข้อ ก.4.2)

ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ที่วัดได้ต้องนำการสูญเสียในเครื่องวัดมาคิดด้วย

ก.4.3 การตรวจการป้องกันอิทธิพลจากสารแม่เหล็ก

ให้เคลื่อนแผ่นเหล็กกล้าละมุน (mild steel) หนา 12.5 มิลลิเมตร กว้างและยาวกว่าบัลลาสต์อ้างอิงอย่างน้อย 25 มิลลิเมตร เข้าใกล้ด้านต่าง ๆ ของบัลลาสต์อ้างอิงทีละด้านและวางห่างจากด้านใด ๆ ของผิวบัลลาสต์อ้างอิง 25 มิลลิเมตร ในสภาพสมมาตรทางเรขาคณิต

ผนวก ข.
หลอดอ้างอิง
(ข้อ 2.4, ข้อ 6.1.2)

ข.1 หลอดอ้างอิง หมายถึง หลอดที่ผ่านการบ่มอย่างน้อย 100 ชั่วโมงซึ่งเมื่อต่อกับบัลลาสต์อ้างอิงในการทดสอบตามภาวะปกติ ที่อุณหภูมิโดยรอบ 25 องศาเซลเซียสแล้ว กำลังไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอดหรือกระแสผ่านหลอด ต้องไม่แตกต่างจากค่าประสงค์ของกำลังไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอดหรือกระแสผ่านหลอดตามลำดับ ตามที่กำหนดในข้อมูลหลอดของ มอก. 236 เกินร้อยละ 2.5

ข.2 ความต้านทานของไส้หลอด

หลอดที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์ ความต้านทานของไส้หลอดต้องไม่แตกต่างจากค่าความต้านทานประสงค์ของหลอดแบบนั้น ๆ เกินร้อยละ 10

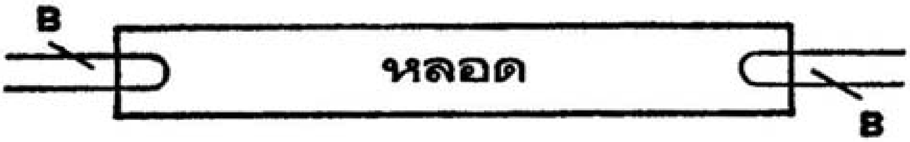
หลอดอ้างอิงต้องเป็นชนิดที่ออกแบบให้ใช้กับบัลลาสต์ชนิดนั้น ๆ

บัลลาสต์อ้างอิงที่ต่อกับหลอดอ้างอิงต้องมีลักษณะคลื่นของกระแสผ่านหลอดอ้างอิงที่สถานะคงที่เป็นรูปคลื่นอย่างเดียวกัน ในครึ่งวัฏจักรที่ต่อเนื่องกัน

ข.3 การจัดวางหลอดและการต่อหลอดอ้างอิง

เพื่อให้หลอดอ้างอิงให้ค่าทางไฟฟ้าสม่ำเสมอ ให้จัดวางหลอดอ้างอิงในแนวระนาบ ต้องไม่ถอดหลอดอ้างอิงออกจากขั้วรับหลอดตลอดการทดสอบ และขั้วสัมผัสของหลอดอ้างอิงในวงจรทดสอบ

ต้องเหมือนกันกับในวงจรบ่มหลอด อักษร B ในรูปที่ ข.1 แสดงขั้วสัมผัสของหลอดที่ต่อกับวงจรหลัก



รูปที่ ข. 1 การต่อหลอด
(ข้อ ข.3)

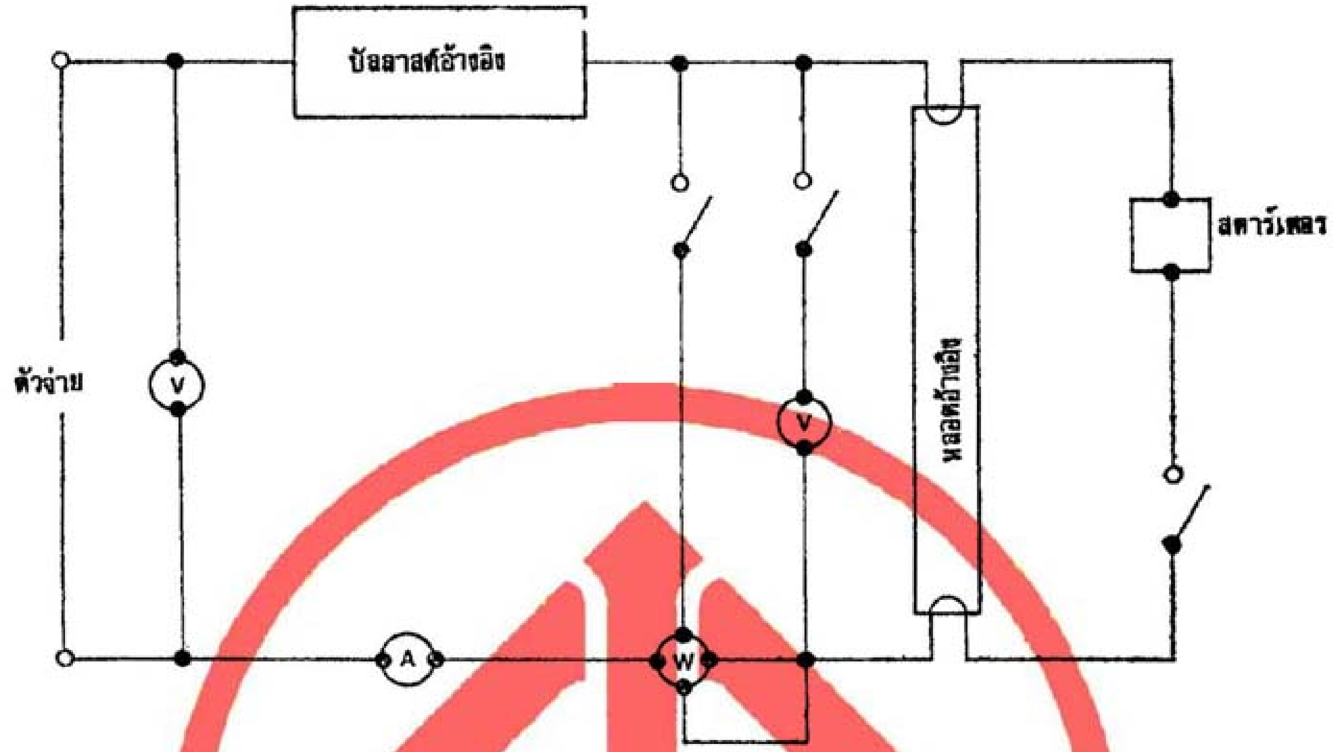
ข.4 เสถียรภาพของหลอดอ้างอิง

ข.4.1 ก่อนที่จะวัด ต้องให้หลอดอ้างอิงติดสว่างอย่างสมบูรณ์ต่อเนื่องกันเป็นเวลานานเพียงพอ เพื่อให้อยู่ในภาวะการทำงานที่มีเสถียรภาพและมีสมดุลย์ทางความร้อนและต้องไม่แสดงอาการผิดปกติหรือมีพรายแสง

ข.4.2 ให้ตรวจสอบคุณลักษณะของหลอดอ้างอิงทันทีทั้งก่อนและหลังการทดสอบทุก ๆ ชุด

ข.5 การเลือกหลอดอ้างอิง

ข.5.1 วงจรตัวอย่างที่ใช้เลือกหลอดอ้างอิงที่ต้องใช้สตาร์ตเตอร์ ได้แสดงดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข.2 วงจรตัวอย่างที่ใช้เลือกหลอดอ้างอิง
ที่ต้องใช้สตาร์ตเตอร์
(ข้อ ข.5.1)

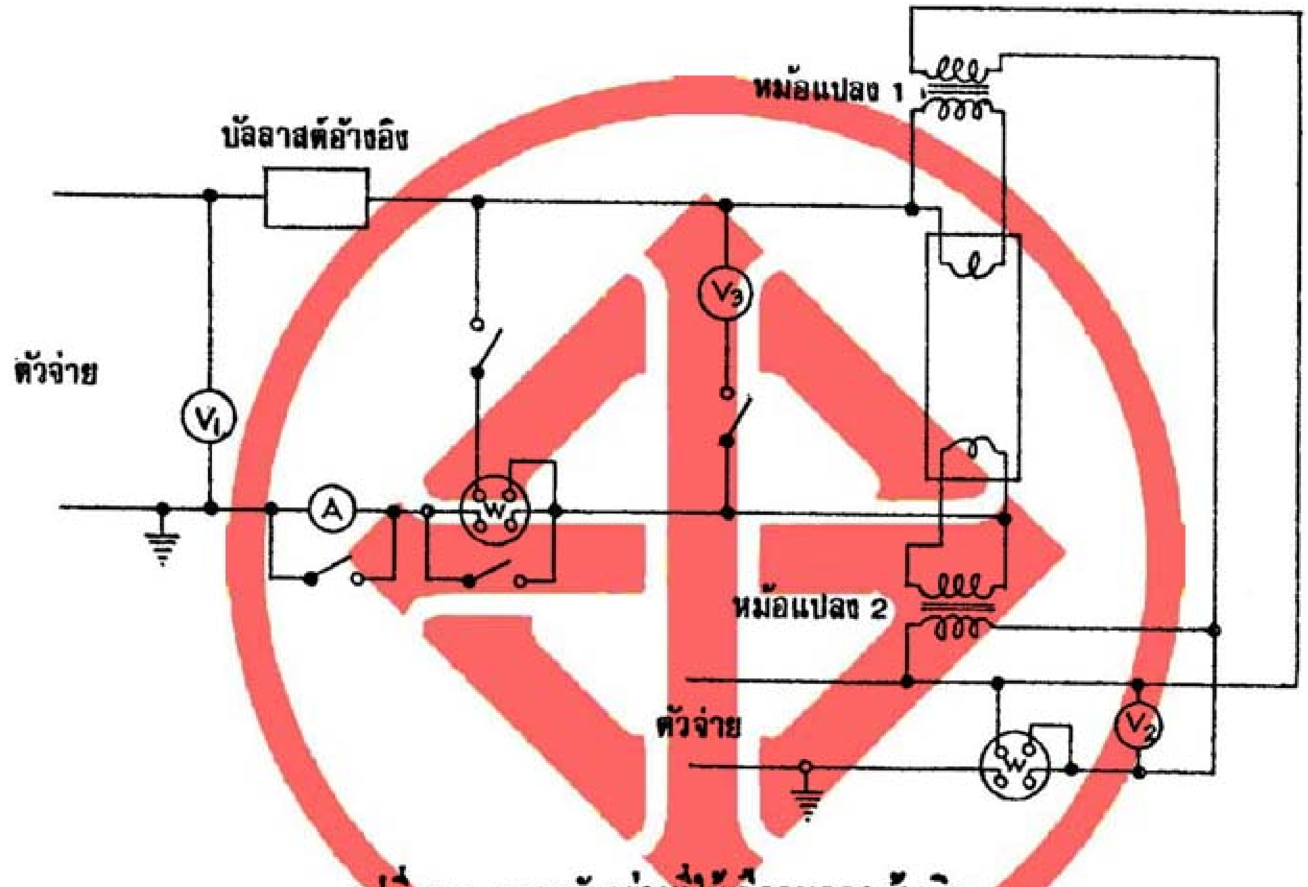
เมื่อหลอดติดสว่างแล้ว ให้ตัดอุปกรณ์ที่ใช้จุดหลอดออกจากวง-จร

เมื่อหลอดทำงานจนมีเสถียรภาพแล้ว ค่ากระแสผ่านหลอดแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอด และกำลังไฟฟ้าของหลอดต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ ข.1

ในการวัดแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอด ให้ตัดวงจรศักดาของวัตต์มิเตอร์ออก ในการวัดกำลังไฟฟ้าของหลอด ให้ตัดวงจรโวลต์มิเตอร์ออกและไม่ต้องคำนึงถึงกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียใน

วัตต์มิเตอร์ (โดยปกติการวัดให้ต่อวัตต์มิเตอร์ตามวงจรตัวอย่างรูปที่ ข.2)

ข.5.2 วงจรตัวอย่างที่ใช้เลือกหลอดอ้างอิงที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์ ได้แสดงดังในรูปที่ ข.3



รูปที่ ข.3 วงจรตัวอย่างที่ใช้เลือกหลอดอ้างอิงที่ไม่ต้องใช้สตาร์เตอร์
(ข้อ ข.5.2)

แรงดันไฟฟ้าของวงจรเผาไส้สำหรับไส้หลอดความต้านทานต่ำต้องเป็น 3.6 โวลต์ และสำหรับไส้หลอดความต้านทานสูง ต้องเป็น 8 โวลต์

เมื่อหลอดทำงานจนมีเสถียรภาพแล้ว ค่ากระแสผ่านหลอด แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอด และกำลังไฟฟ้าของหลอดต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ ข.1

ในการวัดแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอด ให้ตัดวงจรศักดาของวัตต์มิเตอร์ออก ในการวัดกำลังไฟฟ้าของหลอด ให้ตัดวงจรโวลต์มิเตอร์ออกและไม่ต้องคำนึงถึงกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในวัตต์มิเตอร์ (โดยปกติการวัดให้ต่อวัตต์มิเตอร์ตามวงจรตัวอย่างรูปที่ ข.3)

ผนวก ค.

การทดสอบเฉพาะแบบ

(ข้อ 5.2.1.1 และข้อ 6.1.2)

ลำดับที่	รายการทดสอบ	ทดสอบตามข้อ	หมายเหตุ
1	ลักษณะทั่วไป	6.1	
2	เครื่องหมาย	6.2	
3	การป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญ	6.3	
4	การป้องกันไฟฟ้าช็อก	6.1	
5	ขั้วต่อสายภายนอก	6.9 (3)	
6	สายนำของบัลลาสต์	6.1	
7	การต่อลงดิน	6.1	
8	แรงดันไฟฟ้าที่คะแปซิเตอร์	6.1	เฉพาะที่มีคะแปซิเตอร์ความจุเกิน 0.1 ไมโครฟารัด
9	ความทนทานต่อความชื้น ความต้านทานการฉนวน ความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า	6.4	
10	การรั่วของกระแสไฟฟ้า	6.5	
11	คะแปซิเตอร์	6.6	
12	ขีดจำกัดความร้อนของบัลลาสต์	6.8	

ลำดับที่	รายการทดสอบ	ทดสอบตามข้อ	หมายเหตุ
13	หมุดเกลียวและเบ้าเกลียว	6.9	
14	ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ	6.1	
15	ความต้านทานต่อความร้อน	6.10	
16	ความทนทานต่อการผุกร่อน	6.11	
17	แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วหลอดหรือขั้วสตาร์เตอร์ขณะวงจรเปิด	7.2	
18	การเผาไส้	7.3	
19	กำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์จ่ายให้แก่หลอด	7.4	
20	เพาเวอร์แฟกเตอร์เบ็ดเสร็จ	7.5	
21	กระแสไฟฟ้าที่บัลลาสต์รับจากตัวจ่าย	7.6	
22	กระแสไฟฟ้าสูงสุดในสายใดๆที่ต่อไปยังไส้หลอด	7.7	
23	ลักษณะคลื่นของกระแสผ่านหลอด	7.8	
24	แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วสตาร์เตอร์ที่ทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้า	7.1	
25	การป้องกันอิทธิพลจากสารแม่เหล็ก	7.9	
26	ความทนทานต่อความร้อนของขดลวด	6.7	เป็นการทดสอบที่ใช้ตัวอย่างต่างหาก